



UNIVERZITA KARLOVA
1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Intenzivní péče

Bc. Monika Stránská

Význam termomanagementu v péči o nedonošené děti

Importance of thermomanagement in the care of premature newborn

Diplomová práce

Vedoucí práce: PhDr. Jana Hocková, Ph.D.

Konzultant: MUDr. Ivan Berka

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny literatury. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 3. 6. 2016

MONIKA STRÁNSKÁ

.....

Podpis

Identifikační záznam

STRÁNSKÁ, Monika. Význam termomanagementu v péči o nedonošené děti. [Importance of thermomanagement in the care of premature newborn]. Praha, 2016. 81 s., 9 příl. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Ústav teorie a praxe ošetrovatelství. Vedoucí práce Hocková, Jana.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou termomanagementu nedonošených dětí. Je zaměřena na velmi nezralé a extrémně nezralé novorozence, u kterých je míra termolability nejvyšší. Obecná část byla věnována zvláštnostem termoregulace nedonošených novorozenců, reakcím dítěte na teplotní stres, termomanagementu na porodním sále a zajištění termoneutrálního prostředí v inkubátoru. V práci byla popsána metoda servoregulace tělesné teploty, která není doposud v České republice u nedonošených novorozenců používána.

Cílem práce bylo uvést tuto metodu do praxe a porovnat ji s metodou manuální regulace. Na základě celkové doby mimo normu, počtu selhání, typu selhání a dalších závislých proměnných určit vhodnější metodu regulace tělesné teploty. Výzkumný vzorek tvořilo 47 novorozenců narozených mezi 24. a 32. gestačním týdnem. Bylo použito kvantitativního sběru dat v minutových intervalech po dobu 72 hodin po narození. Výběr metody probíhal na základě randomizace. Byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi metodami v celkové době strávené mimo normu. Incidence hypertermie byla vyšší při manuální metodě, hypotermie při servoregulaci. Celkový počet selhání tvořil 19 %, četnost selhání byla vyšší u manuální metody. Z tohoto výzkumu vyplývá rovnocennost obou metod, s dílčími preferencemi určité metody ve zkoumaných charakteristikách. Výsledným doporučením je zavedení kontinuálního monitoringu tělesné teploty kožním teplotním čidlem, individualizovaná péče s ohledem na termolabilitu novorozence, včasná reakce na teplotní výkyvy a zvýšení teploty v inkubátoru před plánovaným výkonem u metody manuální regulace.

Klíčová slova:

Nedonošený novorozenec

Termomanagement

Termoregulace novorozence

Prevence hypotermie

Servoregulace

ABSTRACT

The thesis is focused on premature newborn thermomanagement. It is focused particularly on very premature and extremely premature newborns which suffer the highest level of thermolability. The theoretical part deals with the particularities of premature newborn thermoregulation, newborns' reactions to thermal stress, thermomanagement in the delivery room and providing a thermoneutral environment in the incubator. The thesis describes a method of servo-control mode of body temperature, which has not been utilised for premature newborns in Czech Republic.

The aim of the thesis is to start using this method and compare it with the method of manual control. Based on the total time not meeting the standard, number of failures and other parameters to assess which method is more suitable for body temperature regulation. The research sample consists of 47 newborns who were born between the 24th and 32nd gestational week. Quantitative data collection at one-minute intervals was conducted in the 72 hours after birth. The method choice was random. Statistically important differences between the two methods were measured regarding the total time not meeting the standards. The incidence of hyperthermia was higher during manual method, hypothermia when servo-control. Total failure amount was 19%. However, the failure percentage when using the manual method was higher. The research shows that both methods are equal in general but it is better to use a particular method for specific action. The research outcome suggests that to establish continuous monitoring of body temperature, skin temperature sensor, individualized care taking into newborn's thermolability, prompt reaction to temperature fluctuation and temperature increase is needed before planning any action to use the manual method.

Keywords:

Preterm newborn

Thermal management

Neonatal thermoregulation

Prevention of hypothermia

Servo-control mode

Poděkování

Chtěla bych poděkovat paní PhDr. Janě Hockové, Ph.D. a MUDr. Ivanu Berkovi za odborné vedení mé diplomové práce, za poskytnutí cenných rad a připomínek. Dále bych touto cestou ráda poděkovala vedení pracoviště za svolení k realizaci tohoto výzkumu, podporu a technické zabezpečení, sestrám na oddělení za ochotu zapojit se do výzkumu a také mé rodině za trpělivost a podporu.

OBSAH

1 Úvod.....	8
2 Současný stav poznání	9
3 Nedonošený novorozenec.....	12
4 Termoregulace člověka – obecně	13
4.1 Řízení tělesné teploty.....	14
4.2 Zvláštnosti termoregulace nedonošeného novorozence	15
4.2.1 Tělesná teplota	16
4.2.2 Způsoby měření a monitoring tělesné teploty.....	17
4.2.3 Produkce tepla (termogeneze)	18
4.2.4 Ztráty tepla.....	19
4.3 Reakce nedonošeného dítěte na teplotní stres	22
4.3.1 Přehřátí.....	22
4.3.2 Podchlazení (chladový stres)	23
4.4 Terapie hypotermie a hypertermie.....	24
4.4.1 Léčba hypotermie	24
4.4.2 Léčba hypertermie	25
5 Zajištění termoneutrálního prostředí.....	26
5.1 Termomanagement	27
5.2 Termomanagement novorozence na porodním sále	28
5.3 Zajištění termoneutrálního prostředí v inkubátoru	30
5.3.1 Historie vývoje inkubátoru	31
5.3.2 Inkubátor Giraffe OmniBed.....	32
5.3.3 Princip manuální regulace tělesné teploty a servoregulace	33
6 Metodologie a výsledky.....	35
6.1 Cíl výzkumné práce	35
6.2 Metodika získávání dat a zpracování výsledků	35
6.2.1 Podmínky výzkumného šetření.....	36
6.2.2 Objektivita při získávání a hodnocení dat.....	37
6.2.3 Analýza dat	37
6.3 Etické aspekty výzkumu	38
6.4 Organizace a průběh výzkumu	38
6.4.1 Přípravná fáze	38
6.4.2 Realizace výzkumu v praxi.....	39
6.5 Charakteristika výzkumného souboru	40
6.6 Analýza výsledků	46
7 Diskuse	60
8 Závěr.....	71
9 Seznam použité literatury.....	73
Seznam zkratk	79
Seznam tabulek a grafů.....	80
Seznam příloh.....	81
Přílohy	

1 Úvod

„Matky dávají našemu životu teplo, otcové světlo.“

Jean Paul

Snažme se tedy být „matkami“ dětí, o které pečujeme a dávat jim teplo, které potřebují, tělesné i duševní...

Skutečnost, že novorozenec má být po porodu udržován v teplém prostředí, je známá již několik desetiletí. Pokud se jedná o porod nedonošeného dítěte, toto pravidlo platí dvojnásob. Zajištění tepelného komfortu je velmi důležitou a nezbytnou součástí péče o předčasně narozené dítě. Díky nezralosti všech tělesných systémů dochází velmi rychle k poklesu tělesné teploty a novorozenec je již během několika málo minut ohrožen hypotermií. Součástí doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO) o ošetřování novorozence po porodu i v Guidelines pro resuscitaci novorozence je proto péče o termomanagement dítěte jako prioritní krok číslo jedna.

Míra termolability nedonošených novorozenců je přímo úměrná gestačnímu stáří. Čím dříve se dítě narodí, tím snáze a rychleji dochází k přehřátí nebo podchlazení. Snaha o udržení tělesné teploty ve fyziologickém rozmezí má pro nedonošené novorozence zásadní vliv na jeho poporodní adaptaci. Výrazné odchylky od normy či velké kolísání tělesné teploty vedou ke zhoršování celkového stavu dítěte.

Je třeba si uvědomit, že k výkyvům teploty dochází při jakékoliv manipulaci s dítětem, již pouhé otevření inkubátoru a rozbalení dítěte vede většinou k poklesu tělesné teploty o několik desetin stupňů. Mou snahou je na tyto skutečnosti poukázat a zdůraznit význam termomanagementu v péči o nedonošené děti. V oboru neonatologie pracuji již více než deset let a proto ze svých vlastních zkušeností vím, že udržení tělesné teploty je obtížné, ale také že mu často není věnována dostatečná pozornost.

V současné době je ve všech perinatologických centrech v České republice tělesná teplota regulována manuálně, tedy měřením teploty v axile a následně ovlivněním teploty v inkubátoru. Servoregulace (automatická regulace teploty) je další možností regulace tělesné teploty, která však není v České republice u nedonošených dětí doposud standardně používána. Důvodem bývá neznalost metody, nezkušenost, neochota nebo nemožnost tuto metodu používat v praxi.

Cílem mé práce je tuto metodu uvést do praxe, porovnat ji s manuální regulací tělesné teploty a zhodnotit, zda je některá z metod pro udržení stabilní tělesné teploty vhodnější.

2 Současný stav poznání

V posledních deseti, patnácti letech proběhlo v zahraničí několik desítek studií týkajících se termomanagementu nedonošených dětí. Velká část byla zaměřena právě na velmi nezralé a extrémně nezralé novorozence. Výsledky těchto studií ovlivnily péči o předčasně narozené novorozence a staly se podkladem nových doporučení Světové zdravotnické organizace o ošetřování novorozenců po porodu i během pobytu na jednotce intenzivní péče. Dle těchto doporučení probíhá péče o nedonošené novorozence i v České republice. Současnými trendy v prevenci hypotermie nedonošených dětí je zvýšení teploty porodního boxu, eliminace průvanu, umístění novorozence ihned po porodu pod tepelný zdroj, zabalení celého těla včetně hlavy do polyetylenové fólie a zajištění termoneutrálního prostředí v inkubátoru s vysokou vlhkostí vzduchu. Těmito postupy se budu podrobněji zabývat v dalších kapitolách mé práce.

V České republice studie zabývající se výzkumem termomanagementu v posledních letech neprobíhaly. Existuje poměrně málo českých publikací věnujících se teplotnímu stresu a zajištění termoneutrálního prostředí nedonošených dětí. Často je této problematice vyčleněn pouze krátký odstavec v rámci celkové péče o předčasně narozeného novorozence. Někteří autoři publikovali na toto téma v průběhu posledních let více článků v různých zdrojích, proto se v mé práci jejich jména vyskytují s různým rokem vydání. Získané poznatky jsem čerpala z dostupných knih neonatologie a z článků v odborných publikacích. K vyhledání relevantních zdrojů jsem použila elektronické databáze dostupné na Ústavu vědeckých informací, zejména Medline, UpToDate, PubMed, Evidence-Based Medicine Reviews, Scopus, Embase a BMČ. Před zadáním tématu jsem také využila možnost zpracování rešerše v Národní lékařské knihovně. Vyhledávání probíhalo za použití klíčových slov – předčasně narozený novorozenec, tělesná teplota, termomanagement, termoregulace novorozence, hypotermie a servoregulace. Bylo omezeno na český a anglický jazyk. Vzhledem k velmi specifickému a úzkému tématu bylo nutno rozšířit oblast vyhledávání na dobu 10 let a o klíčové slovo děti s nízkou porodní váhou. V průběhu postupného získávání ucelenějšího pohledu na danou problematiku jsem dále klíčová slova korigovala.

Existuje několik bakalářských prací na téma termoregulace novorozenců, např. práce A. Ryšavé (2010) nebo M. Jindrové (2012), žádná z nich se však nevěnuje termomanagementu z pohledu porovnávání metod regulace tělesné teploty. Z výsledků hledání vyplývá, že v současné době není v České republice k dispozici žádná publikace, která by se zabývala výzkumem servoregulace nedonošených novorozenců.

V následujícím přehledu uvádím některé významné zahraniční studie, které přinesly důležité poznatky na poli termomanagementu nedonošených dětí. Studie jsou rozděleny podle jejich vztahu k současné péči o novorozence.

Prevence hypotermie jako nezbytná součást neonatální péče:

Rozsáhlá multicentrická studie s 5277 novorozenci s porodní váhou do 1499 g prokázala nepřímo úměrnou souvislost nízké vstupní tělesné teploty a úmrtnosti (nárůst o 28 % na pokles tělesné teploty o 1 °C) a pozdního nástupu sepse (nárůst o 11 % na pokles teploty o 1 °C). (Laptook et al., 2007, USA)

Retrospektivní kohortová studie probíhající v Taiwanu se zaměřila na krátkodobé a dlouhodobé výsledky u velmi nezralých novorozenců v závislosti na příjmové tělesné teplotě. Ze 371 novorozenců bylo při přijetí na jednotku intenzivní péče jen 23 % dětí normotermních, 29 % mělo mírnou hypotermii a 48 % střední hypotermii bez použití termofólie. Z výsledků vyplývá, že míra hypotermie stoupá s nižším gestačním týdnem a s nižší porodní hmotností. Mírná hypotermie nemá vliv na časný ani pozdější vývoj dítěte. Střední hypotermie z hlediska krátkodobých výsledků zhoršuje především syndrom dechové tísně novorozenců a zvyšuje mortalitu. Dlouhodobé výsledky ve věku dvou let neprokázaly ovlivnění neurologického vývoje dětí v souvislosti s hypotermií (Chang, 2015, Taiwan).

Eliminace tepelných ztrát, použití polyetylenové fólie u dětí pod 1500 g:

Výsledkem systematického přehledu 7 studií zahrnujících 391 předčasně narozených novorozenců je prokázání účinnosti použití polyetylenových fólií nebo sáčků při snižování tepelných ztrát u dětí pod 28. gestační týden, a jejich neúčinnost u novorozenců narozených mezi 28. – 31. gestačním týdnem (5 studií). Pletené čepice nebyly při snižování tepelných ztrát účinné. Jedna studie prokázala účinnost skin-to-skin kontaktu, a jedna studie účinnost vyhřívané matrace jako opatření použité k eliminaci tepelných ztrát (McCall, 2010, Velká Británie).

Meta-analýza tří náhodně kontrolovaných studií a pěti historických kontrolovaných studií zahrnujících celkem 998 dětí ukázala, že děti zabalené do polyetylenové fólie měly signifikantně vyšší vstupní tělesnou teplotu než děti, u kterých fólie nebyla použita. Průměrná teplota při použití fólie byla 36,0 až 37,0 °C oproti 35,3 až 36,1 °C bez použití fólie (Cramer et al., 2005, Kanada).

Randomizovaná studie dvou skupin novorozenců pod 29. gestační týden – komparace skupiny dětí s použitím nebo bez použití polyuretanové fólie prokázala nižší výskyt hypotermie při použití fólie. Nastavením teploty porodního boxu 26 °C nebo vyšší bylo dosaženo vyšší tělesné teploty u obou skupin novorozenců, je ale nedostatečnou intervencí při prevenci podchlazení bez současného použití polyuretanové fólie (Knobel, 2005, USA).

Výsledkem další randomizované studie 90 dětí bylo zjištění, že k dosažení tělesné teploty 36,5 °C při nepoužití fólie dojde průměrně za 75 minut od porodu a to za nutnosti použití vyšší teploty v inkubátoru, oproti 30 minutám při použití fólie. Studie neprokázala

významné rozdíly mezi skupinou dětí, které byly před vložením do polyetylenové fólie osušeny a dětmi bez osušení (Torres, Licon et al., 2012, Mexiko).

Klinická studie, zahrnující 104 dětí, potvrdila nižší výskyt hypotermie při použití polyetylenové fólie a doporučila ji jako levné a jednoduché opatření, vhodné i pro země s omezenými zdroji (Leadford, Warren et al., 2013, Zambie).

Regulace tělesné teploty manuální vs. servoregulace:

Studie 40 dětí starších 14 dnů života prokázala rozdíly v kolísání teploty novorozence i inkubátoru během poskytování péče v režimu manuální regulace a servoregulace. Bylo zjištěno, že během manipulace s velmi nezralými novorozenci, trvající 15 – 45 minut, dochází k poklesu periferní teploty (průměrně o 1,3 °C) i centrální teploty (průměrně o 0,7 °C) a návrat k normální tělesné teplotě trval až 2 hodiny. Děti v režimu manuální regulace měly, při relativně stabilní teplotě prostředí, častěji tendenci k poklesu tělesné teploty během poskytování péče, po ukončení péče jejich tělesná teplota i nadále klesala a ani za 20 minut po skončení péče se nevrátila k normálním hodnotám (30 %). Ve 20 % případů měli novorozenci v tomto režimu tělesnou teplotu vyšší než fyziologické rozmezí. Oproti tomu při použití servoregulace tělesná teplota zůstávala častěji relativně stabilní i během manipulace s novorozencem, přičemž teplota prostředí se zvyšovala a zůstala zvýšená i po 20 minutách po ukončení péče. Pouze u 11 % výkonů byla tělesná teplota dětí nižší a u 23 % výkonů byla vyšší, než je norma (Thomas, 2003, USA).

Studie 30 novorozenců s porodní hmotností pod 1500 gramů, probíhající v Mannheimu, porovnávala manuální regulaci (režim Air) a servoregulaci tělesné teploty (režim Baby) v inkubátorech Giraffe. Bylo zjištěno, že 93 % dětí v režimu Baby tráví více času v definovaném teplotním rozmezí, oproti 84 % dětí v režimu Air (Lynam et al., 2006, Německo).

3 Nedonošený novorozenec

Tato práce se zabývá problematikou péče o předčasně narozeného novorozence. V dalších kapitolách budu používat zejména pojmy velmi nezralý a extrémně nezralý novorozenec, na které je zaměřena i celá výzkumná část. Pro získání uceleného přehledu věnuji tuto kapitolu stručnému vysvětlení pojmu nedonošený novorozenec a jeho klasifikaci.

Nedonošený novorozenec je novorozenec narozený před ukončeným 38. týdnem gestace, s porodní hmotností menší než 2500 gramů. Stupeň zralosti vyjadřuje míru zralosti či nezralosti jednotlivých orgánů a jejich schopnost fungovat mimo dělohu. Novorozenci se dle zralosti dělí do čtyř základních kategorií:

Lehce nezralý novorozenec – novorozenec narozený mezi 35. a 38. gestačním týdnem, který má nejčastěji porodní hmotnost 2000–2499 g.

Středně nezralý novorozenec – narozený mezi 33. a 34. gestačním týdnem, s porodní hmotností 1500–1999 g. Ekvivalentem pro kategorii lehce a středně nezralých novorozenců je anglické označení LBW (Low Birth Weight – nízká porodní hmotnost), které je také velmi často užíváno.

Velmi nezralý novorozenec - narozený mezi 29. a 32. gestačním týdnem, s porodní hmotností 1000–1499 g a označením VLBW (Very Low Birth Weight – velmi nízká porodní hmotnost).

Extrémně nezralý novorozenec - narozený do ukončeného 28. týdne gestace, s porodní hmotností do 999 g a označením ELBW (Extremely Low Birth Weight – extrémně nízká porodní hmotnost). (Fendrychová, 2012, s. 26)

Tato kategorie je v současné době ještě členěna na podskupinu dětí s porodní hmotností pod 750 g, která má označení ILBW (Incredible Low Birth Weight – neuvěřitelně nízká porodní hmotnost). (Straňák in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 91)

Dalším velmi důležitým kritériem je klasifikace novorozence dle vztahu porodní hmotnosti k gestačnímu věku. Rozlišují se tři kategorie:

Eutrofický novorozenec – porodní hmotnost novorozence odpovídá gestačnímu věku, pohybuje se tedy mezi 5. - 95. percentilem pro daný gestační věk.

Hypotrofický novorozenec – porodní hmotnost novorozence je nižší než odpovídá gestačnímu věku, pohybuje se tedy pod 10. percentilem.

Hypertrofický novorozenec – porodní hmotnost novorozence je vyšší než odpovídá gestačnímu věku, pohybuje se tedy nad 90. percentilem pro daný gestační věk.

(Fendrychová, 2012, s. 26)

4 Termoregulace člověka – obecně

Termoregulace je schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu.

Člověk je tvor homoiotermní (teplokrevný), dokáže tedy udržovat stálou optimální teplotu i za podmínek měnící se teploty okolního prostředí. Relativně stálá tělesná teplota je nutná pro normální činnost metabolismu a průběh enzymatických reakcí. Podle toho, jestli se teplota organismu zvyšuje nebo snižuje, se také zrychlují nebo zpomalují metabolické pochody v těle (Termoregulace, 2015). Tělesná teplota je výsledkem rovnováhy mezi teplem, které produkuje, a teplem, které ztrácí. Termoregulace je děj, který zajišťuje rovnováhu mezi nimi. Jestliže je teplota stabilní, pak jsou tepelná produkce a tepelná ztráta v rovnováze. Pokud dojde k překročení tepelných ztrát nad produkcí, dojde k poklesu tělesné teploty, a naopak při zvýšené produkci tělesná teplota stoupá (Fendrychová, 2012, s. 93).

Rovnováha se udržuje především regulací rychlosti odvádění tepla z organismu prostřednictvím kůže a plic. Regulace množstvím produkce tepla má na udržení rovnováhy jen malý vliv. Výměna tepla ve vnitřním prostředí organismu probíhá prouděním krve, přičemž tepelná vodivost tkání nemá pro výměnu tepla velký význam (Beneš, 2015, s. 63).

Lidské tělo se z hlediska termoregulace skládá z tepelného jádra a tepelné slupky.

Tepelné jádro tvoří všechny orgány s vysokou látkovou přeměnou, tedy vnitřní orgány hrudníku, břicha, lebky a proximálně a nejhluběji uložených částí končetin. Zde je udržována relativně konstantní teplota, která je nezávislá na teplotě okolí. Izoterma jádra je 37 °C. Tepelné jádro je hlavním producentem tepla při bazálním metabolismu. Dohromady tvoří asi 8 % hmotnosti těla, ale za klidu se účastní produkce tepla více jak 70 % celkového bazálního metabolismu. (Oproti tomu svaly a kůže tvoří 52 % tělesné hmotnosti, ale za klidu produkují pouze 18 % tepla.) Teplota jádra není všude stejná, nejteplejším místem v organismu jsou játra, která mají teplotu 40 °C (Jandová, 2009, s. 70).

Tepelnou slupku tvoří kůže, podkoží, tuková vrstva a končetiny. Má nestálou, obvykle nižší teplotu oproti jádru, která kolísá v závislosti na teplotě okolí, a tím zabraňuje vysokým ztrátám tepla. Rozdíl mezi teplotou jádra a slupky je 4 °C, tepelná slupka má tedy teplotu kolem 33 °C (Jandová, 2009, s. 70). Dá se říci, že se tepelná slupka chová do jisté míry jako poikiltermní (studenokrevný) organismus. Díky rozdílnému prokrvení jednotlivých částí slupky je zde i rozdílná teplota. Největší výkyvy prokrvení jsou u akrálních částí končetin – prstů, ale i uší a nosu. Tyto části těla se nejrychleji přizpůsobují teplotě okolního prostředí a jsou nejvíce ohroženy hypotermií (Rosina a kol., 2013, s. 59–60).

4.1 Řízení tělesné teploty

Termoregulační řídicí systém zahrnuje tři prvky regulace – termoregulační centrum, termoreceptory a termoregulační mechanismy.

Centrum pro regulaci tělesné teploty, tzv. *termoregulační centrum*, se nachází v hypotalamu a je hlavním centrem regulace. Má funkci termostatu – monitoruje údaje z vnitřních i povrchových termoreceptorů, signály z mozkové kůry a údaje o endokrinním stavu. Na základě vyhodnocení těchto údajů vydává signál k regulaci tělesné teploty (Langmeier, 2009, s. 171). Teplo, přicházející do kůže z jádra, je regulováno pomocí krevního oběhu. Rychlost regulace závisí především na množství krve, tedy množství kapilár otevřených pro oběh, a na rychlosti oběhu (Rosina a kol., 2013, s. 60).

Termoregulační centrum má dvě části – přední část, regio preoptica, která je termosenzitivní a brání organismus před přehřátím spuštěním fyzikální termoregulace. Zadní část termoregulačního centra, area hypothalamica posterior, je termoresponzivní. Jejím úkolem je přijímat informace z receptorů v těle a dávat signály k metabolické (chemické) termoregulaci (Jandová, 2009, s. 82).

Termoreceptory jsou smyslové receptory, které umožňují vnímat teplo nebo chlad. Rozlišujeme vnitřní a povrchové termoreceptory. Vnitřní neboli centrální termoreceptory se v podobě termocitlivých neuronů nacházejí v area praeoptica v těsné blízkosti hypotalamu a v prodloužené míše. Povrchové neboli kožní termoreceptory jsou specializovaná nervová zakončení nacházející se v podkoží v různé hloubce.

Receptory pro vnímání chladu se nazývají Krauseho tělíska. V kůži je jich více než 250 tisíc a jsou uložena více povrchově než ostatní receptory. Při kontaktu s vysokou teplotou okolního prostředí mohou vyvolat i paradoxní reakci, tedy vazokonstrikci a piloerекci.

Ruffiniho tělíska jsou receptory pro vnímání tepla, je jich 30 tisíc a jsou uložena v hlubších vrstvách pokožky. Oba typy receptorů mají vlákna myelinizovaná i nemyelinizovaná a vysílají hypotalamu signály s různým kmitočtem, v závislosti na reakci na stabilní teplotu nebo reakci na náhlé teplotní změny (Jandová, 2009, s. 80–81).

Termoregulační mechanismy se začínají uplatňovat až v okamžiku nutnosti zvýšení nebo snížení výdeje tepla.

Prvním mechanismem je vazomotorická regulace – změnou průtoku krve kůží dochází ke změnám teploty povrchových vrstev těla (teplotní slupky) a určení směru přenosu tepla. Systém cév v kůži umožňuje výrazné zvýšení perfuze. Nejvyšších hodnot dosahuje v akrálních částech těla, kde je největší hustota arteriolo-venózních spojek. Průtok krve kůží se může dle potřeby pohybovat od několika mililitrů v chladu až po několik litrů při potřebě velkého výdeje tepla. Přesáhne-li odchylka tělesné teploty možnosti kompenzace změnami průtoku, začne se uplatňovat druhý termoregulační mechanismus – regulace

změnou svalové aktivity. Posledním mechanismem, který nastupuje k regulaci odchylek teploty od normy, je regulace činnosti potních žláz (Langmeier, 2009, s. 171).

Mechanismy pro zvýšení výdeje a snížení produkce tepla:

Při teplotě jádra nad 37,3 °C dojde k aktivaci předního hypotalamu, inhibici zadního hypotalamu a nastává *periferní vazodilatace*. Při vazodilataci proudí do kůže místo obvyklých 5 % srdečního výdeje až 30 % a tím dochází k ochlazení organismu. Dalším důležitým mechanismem, který se významně uplatňuje při odevzdávání tepla do okolí, je *pocení*. Protože k výdeji tepla dochází také dýchacími cestami, nastává v další fázi *tachypnoe*. Při zvýšení teploty o 1 °C se zvyšuje dechová frekvence o 5 - 6 dechů za minutu. Ke snížení tvorby tepla napomáhá také *snížení svalového tonu a omezení svalové aktivity* (Jandová, 2009, s. 82–83).

Mechanismy pro snížení výdeje a zvýšení produkce tepla:

Při poklesu tělesné teploty pod 35,5 °C dojde k aktivaci zadního hypotalamu a *periferní vazokonstrikci*. Dále dochází ke stimulaci předních míšních motoneuronů a *zvýšení svalového tonu*. Následkem toho pak vzniká *svalový třes* – mluvíme o třesové termogenezi. Pocení je zcela zastaveno, *zvyšuje se bazální metabolismus* (Jandová, 2009, s. 82–83). Chlad je výrazný stresový podnět, díky němuž dojde k iritaci sympatického nervového systému. Zvyšuje se produkce katecholaminů, která vede ke zvýšení krevního tlaku a redistribuci krevního oběhu. Nastává vazokonstrikce v ledvinách a pokles glomerulární filtrace (Zeman, 2010, s. 16).

4.2 Zvláštnosti termoregulace nedonošeného novorozence

Termoregulace předčasně narozených novorozenců se od termoregulace dospělých osob v mnohém odlišuje. Příčin je mnoho, mezi nejdůležitější řadíme nepoměr mezi velkým povrchem těla a tělesnou hmotností, malé množství hnědé tukové tkáně a minimální vrstvu podkožního tuku. Kůže nedonošených dětí je nedokonale keratinizovaná, což zejména v prvním týdnu života vede k velkým ztrátám tělesné vody a tepla. Nedonošené děti mají nezralé termoregulační centrum a velmi omezené termoregulační mechanismy, proto nejsou schopné udržovat stabilní tělesnou teplotu. Platí přímá úměra, že čím je dítě narozené v nižším gestačním týdnu, tím má větší míru termolability (Zoban, 2012, s. 204). Dalšími příčinami je vysoký obsah vody v těle novorozence, omezená schopnost periferní vazokonstrikce a nedostatečně vyvinuté metabolické mechanismy (Turnbull and Petty, 2013, p. 18).

Během porodu nedonošení novorozenci také často trpí perinatální hypoxií, která ještě více zhoršuje termolabilitu dítěte. Nezralé děti mají ochablý tonus, jejich extenzivní držení těla zvyšuje plochu exponovanou vnějšímu prostředí a vzrůstá ztráta tepla (Straňák in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 94).

4.2.1 Tělesná teplota

Tělesná teplota je jednou ze základních fyziologických funkcí a jednou z veličin, která se dá velmi dobře měřit. K měření tělesné teploty je využívána Celsiova stupnice (°C). Lidský organismus udržuje svou stálou teplotu především změnou výdeje tepla. Největší význam v této roli zastupuje kůže, která díky svému velkému povrchu tělo ohřívá nebo chladí (Rosina a kol., 2013, s. 60).

Snaha o udržení tělesné teploty ve fyziologickém rozmezí je pro předčasně narozené děti naprosto zásadní z hlediska jeho dalšího zdravotního stavu. Neexistuje žádné jiné lékařské odvětví, pro které by byla tělesná teplota tak důležitá jako právě v neonatologii.

Stanovení normy, tedy toho, co je považováno za normální tělesnou teplotu novorozence, se v průběhu posledního století několikrát upravovalo. Ve čtyřicátých letech minulého století se vědci domnívali, že nedonošení novorozenci mají přirozeně nižší teplotu, a proto byla tělesná teplota 36,6 °C považována za rizikovou pro přehřátí. Již o 15 let později byla norma pro teplotu zvýšena na 36,5–37 °C. Další posun horní hranice teploty byl díky zkoumání vlivu tělesné teploty na dětský organismus v roce 1976 na 37,3 °C (Fendrychová, 2011, s. 107).

V současné době je normální tělesná teplota novorozence definována jako teplota v axile v rozmezí 36,5–37,5 °C. Institut lékařské vědy v Dilií, který je WHO spolupracujícím centrem pro vzdělávání a výzkum v neonatologii, vydal v roce 2014 Protokol o termomanagementu. V něm jsou uvedeny i další teplotní rozsahy pro novorozence:

Mírná hypotermie (chládový stres): 36,0–36,4 °C

Středně těžká hypotermie: 32,0–35,9 °C

Těžká hypotermie: méně než 32 °C

Hypertermie: více než 37,5 °C (Thermal management, 2014)

U nedonošených novorozenců nedochází v průběhu dne ke kolísání teploty tak, jak je tomu u dospělých. Výkyvy teploty jsou v průběhu 24hodinového rytmu při stejnoměrné teplotě prostředí minimální a závisí především na teplotě prostředí. Monotermická křivka teploty u nezralých novorozenců je způsobena jejich stejnoměrnou tělesnou aktivitou během celého dne, pravidelným a stejnoměrným příjmem potravy a dobrou péčí o teplotu prostředí (Příbylová, 1967, s. 16–17).

Mezi faktory, které výrazně ovlivňují výkyvy tělesné teploty předčasně narozených novorozenců, patří v především fyzikální faktory, tedy vlivy okolního prostředí. Dalším faktorem je samotná nezralost a eventuální další přidružené onemocnění, infekčního nebo neinfekčního původu. Nepřímo mohou teplotu dítěte ovlivnit také některá farmaka podávaná matce během porodu. Nežádoucím účinkem aplikace Prostinu, který slouží ke stimulaci děložních kontrakcí, může být zvýšení tělesné teploty (Saxlová 2001, s. 47). Podání celkových anestetik během porodu císařským řezem způsobí periferní vazodilataci

a pokles teploty tělesného jádra navozený redistribucí tepla z jádra do periferie (Kirchnerová a kol., 2013, s. 238).

Ke změnám tělesné teploty ve smyslu hypotermie i hypertermie může docházet také v důsledku poškození centrálního nervového systému. Příčinou poruchy termoregulačního centra je nejčastěji intrakraniální krvácení, mozková malformace nebo stavy po těžké asfyxii (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 432).

4.2.2 Způsoby měření a monitoring tělesné teploty

Význam měření tělesné teploty bývá v intenzivní péči mnohdy podceňován. Vzestup nebo pokles tělesné teploty může být prvním příznakem počínající infekce a může nás upozornit na problém již tehdy, když jsou ostatní symptomy nespecifické (Šeblová, 2013, s. 100).

Tělesnou teplotu dítěte lze měřit několika způsoby. U nedonošených novorozenců používáme neinvazivní kontaktní metodu měření teploty, která je nejpřesnější a pro ošetrovatelský personál má největší vypovídající hodnotu. Podle místa měření rozlišujeme teplotu axilární, rektální a kožní.

Axilární teplota: Je měřena pomocí elektronického (digitálního) lékařského teploměru, který je vložen ve vrcholu axily, za současného přitisknutí paže proti stěně hrudníku. U velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců odpovídá rektální teplotě, u lehce nezralých novorozenců může být o 0,3–0,5 °C nižší než rektální teplota (Procházková a Janota, 2010, s. 402–403).

Kožní teplota: Kožní teplota se liší podle stupně gestace, u donošených dětí je mezi 35,5 až 36,5 °C, u nezralých dětí 36,2 až 37,2 °C. U dětí s porodní váhou pod 1000 g je hodnota kožní teploty shodná s teplotou rektální. Měříme ji kožním teplotním čidlem, které snímá teplotu kontinuálně. Čidlo bývá umístěno v axile nebo na horní polovině břicha (Procházková a Janota, 2010, s. 402–403). K pokožce novorozence je fixováno hydrokoloidním krytím a připojené k monitorovacímu zařízení. Čidlo je nutné v pravidelných intervalech přelepovat na jiné místo z důvodu prevence otlaků. Nevýhodou měření kožní teploty je možnost ovlivnění výsledné hodnoty nesprávným umístěním teplotního čidla (Vytejšková, 2013, s. 25).

Rektální teplota: Měření pomocí elektronického teploměru, u nezralých novorozenců v hloubce 2 cm, nebo pomocí flexibilního termistorového čidla v hloubce 5 cm. Hluboko zavedené čidlo slouží ke kontinuálnímu sledování teploty tělesného jádra při řízené hypotermii. Bezprostředně po porodu je rektální teplota novorozence v průměru 37–38 °C, poté plynule klesá na hodnotu 36,5–37,5 °C. V posledních letech se rektální měření u nedonošených dětí nedoporučuje pro zvýšené riziko poranění nebo porušení funkce svěračů.

Další způsoby, jako je bezkontaktní měření pomocí infračervených teploměrů (ušní, čelní), se v neonatologii vzhledem k vysokým chybám měření nedoporučuje. Nepoužívá se ani invazivní měření tělesné teploty na jiných místech těla, např. v jícnu nebo močovém měchýři (Procházková a Janota, 2010, s. 402–403).

Monitoring tělesné teploty:

V prvních hodinách po porodu je doporučeno měřit teplotu novorozence každých 30 minut, až do doby stabilizace tělesné teploty. Dále je teplota monitorována dle stavu dítěte a 1–3 hodiny. Velmi vhodný je zvláště u velmi nezralých a extrémně nezralých dětí kontinuální monitoring kožním teplotním čidlem, které je připojeno k monitoru vitálních funkcí novorozence. Sestra na monitoru nastaví rozmezí fyziologických hodnot tělesné teploty a při překročení tohoto nastavení se spustí zvukový a světelný alarm. Monitory disponují automatickými záznamy událostí, filtry eliminujícími arteficiální alarmy, 24hodinovými grafickými a tabulárními trendy, včetně trendů s rozlišením 1 minuty, které umožňují zpětnou analýzu dat. Naměřené hodnoty lze u některých monitorů odeslat na tiskárnu u lůžka nebo na systémovou tiskárnu. Bed-side monitory na jednotkách intenzivní a resuscitační péče bývají napojeny na centrální monitorovací stanici, kde lze kontinuálně sledovat fyziologické funkce pacientů, nastavovat a deaktivovat alarmy (Straňák, 2009, D2–D3).

4.2.3 Produkce tepla (termogeneze)

Nedonošený novorozenec, na rozdíl od dospělých a dětí starších jednoho roku, není schopný třesové termogeneze, tedy tvorby tepla metabolickou činností svalů. Příčinou je zejména malý objem svalové tkáně a malá tělesná aktivita. Teplo v omezené míře produkuje pouze tzv. *netřesovou termogenezi*, která ale pro udržení teploty nestačí a bez použití vhodných intervencí velmi rychle klesá. Produkce tepla probíhá u předčasně narozených novorozenců pouze díky speciální tkáni, která se nazývá hnědý tuk.

Hnědý tuk je tkáň, která se vyskytuje především u novorozenců. Je složen z triglyceridů, má bohatou kapilární síť a je inervován sympatickými nervovými vlákny (Waldron and MacKinnon, 2007, p. 101). Za hnědou barvu tukových buněk (adipocytů) je zodpovědný cytochrom – bílkovina, která ve své molekule obsahuje molekuly hemové skupiny. Nejvíce se ho nachází v oblasti šíje, mezi lopatkami a podél aorty. Byl prokázán u novorozenců narozených po 28. týdnu těhotenství a jeho množství s gestačním věkem stoupá. U donošených novorozenců tvoří 2–7 % jejich hmotnosti. Pokud dojde k poklesu okolní teploty prostředí, jsou stimulována nervová zakončení v kůži (zejména na tvářích) a začnou se vylučovat katecholaminy, především adrenalin, který přímo působí na hnědý tuk (Procházková a Janota, 2010, s. 402).

V hnědém tuku je velké množství mitochondrií, které díky stimulaci adrenalinem zvyšují aktivitu oxidace mastných kyselin, bez zvýšení paralelně probíhající fosforylace - tvorby adenosintrifosfátu, ATP (Langmeier, 2009, s. 170). Podstatou tohoto děje je zkratování protonového gradientu, který slouží k syntéze ATP jakožto zdroje energie pro buňku. Ke zkratu dojde tak, že protony uvnitř mitochondrií hnědé tukové tkáně projdou místo ATP syntázou jiným specifickým kanálem, který obsahuje protein termogenin. Ten umožní odpojení dýchacího řetězce od produkce ATP. Vytvořená energie je uvolněna ve formě tepla. To je pak díky bohatému cévnímu zásobení tkáně rychle rozvedeno krví po celém těle. S věkem tato tkáň rychle mizí, a i když nezaniká úplně, její funkce již není esenciální (Hnědý tuk, 2015).

Role hnědého tuku pro produkci tepla byla objevena Smithem v roce 1961 u krys a později i u jiných zvířat. O tři roky později Silverman se svými kolegy zjišťoval, kde se hnědý tuk u novorozenců nachází. Za tím účelem vystavil novorozence po dobu jedné hodiny proudění chladného vzduchu a na dvanácti místech těla měřil tělesnou teplotu. Díky měření zjistil, že kůže na končetinách a trupu se rychle ochladila a nejteplejším místem byla oblast týla (Fendrychová, 2011, s. 95–96).

4.2.4 Ztráty tepla

Předčasně narozený novorozenec ztrácí teplo čtyřmi způsoby, které se však na celkové ztrátě tepla nepodílí stejnou měrou. Velikost tepelných ztrát závisí, kromě stupně nezralosti, na tlaku okolního vzduchu, rychlosti proudění vzduchu, na teplotě a vlhkosti vzduchu a teplotě okolních povrchů (Waldron and MacKinnon, 2007, p. 101). Porozumění principům tepelných ztrát je velmi důležité pro jejich účinnou prevenci.

K nejvyšším tepelným ztrátám dochází díky *konvekci* = *proudění*, tedy předáváním tepla chladnému vzduchu, který dítě obklopuje. Míra tepelných ztrát závisí především na rozdílu teplot těla dítěte a okolního vzduchu, na rychlosti proudění vzduchu a velikosti povrchu dítěte, který je vystaven proudění. Největší ztráty jsou u novorozence nahého, umístěného v chladném prostředí s velkým prouděním vzduchu. Obzvláště náchylní na tyto ztráty jsou díky velkému povrchu svého těla nedonošení novorozenci, kteří navíc nedokážou tak jako donošené dítě zaujmout flekční polohu a tím zmenšit svůj tělesný povrch vystavený konvekci (Procházková a Janota, 2010, s. 402).

K úbytku tepla dochází také *radiací* = *vyzařováním*, tj. předáváním tepelné energie chladnějším objektům v okolí. Těleso s určitou teplotou vyzařuje energii ve formě elektromagnetických vln o různé vlnové délce. Pro šíření tepla má největší význam infračervené záření, protože je pohlcováno tělesy a jeho energie se mění na tepelnou (Beneš, 2015, s. 64). K tomuto stavu dochází především u dětí umístěných na otevřeném vyhřívaném lůžku nebo v inkubátorech s jednoduchou stěnou. Dítě své teplo vyzařuje ke chladné stěně inkubátoru (Fendrychová, 2012, s. 93). Množství takto předané energie

závisí na rozdílu teplot mezi kůží dítěte, okolními povrchy a na překážkách, které musí záření překonat (oděv). Nezávisí však na teplotě ani rychlosti proudění vzduchu (Langmeier, 2009, s. 170).

Dalším typem tepelných ztrát novorozence je *evaporace* = *odpařování*, tzn. odevzdávání tepla odpařováním vody z kůže a z dýchacích cest.

Transepidermální ztráty (Transepidermal water loss = TEWL), neboli ztráty vody přes kůži, jsou u velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců v prvních dnech po porodu velmi vysoké, viz Příloha D. Mohou být příčinou těžkého podchlazení, dehydratace a hyperosmolarity, která je spojena se zvýšeným rizikem mozkového krvácení. Rychlost odpařování vody z kůže je ovlivněna tloušťkou a strukturou epidermis (Ågren, 2003, p. 558–559).

Principem transepidermálních ztrát je pasivní difuze vody přes epidermis, nejedná se tedy o aktivní pocení - hovoříme o insenzibilní perspiraci. Příčinou těchto ztrát je funkčně a anatomicky nezralá svrchní část pokožky, stratum corneum. Pokožka nedonošených novorozenců je velmi tenká, nemá ochrannou funkci, a proto je snadno prostupná pro vodu a tedy i teplo, ale i pro různé noxy ze zevního prostředí (Fendrychová, 2012, s. 94–95).

Hlavní složkou vnější vrstvy epidermis je keratin, který je relativně nepropustný pro vodu. Vzhledem k tomu, že tvorba keratinu je spojena s délkou těhotenství, dochází u velmi nezralých novorozenců díky jeho nedostatku k velké propustnosti kůže a velkým ztrátám vody evaporací. U extrémně nezralých novorozenců, narozených ve 23. – 25. gestačním týdnu, mohou tyto ztráty dosahovat až 130–160 ml/ kg/den (Kenner, 2007, p. 83). Jsou tedy dokonce 3–5x vyšší než u dětí narozených ve 30. – 31. gestačním týdnu (Moore, 2003).

Děti narozené pod 26. gestační týden mají 80–90 % těla tvořeného vodou. Během nitroděložního vývoje žijí ve vodním prostředí, plíce jsou naplněny tekutinou, kůže je porézní a postrádá rohové vrstvy. Ačkoli keratinizace kůže začíná již v 18. gestačním týdnu, fetální epidermis je velmi tenká. TEWL odráží poměr mezi nezralostí kůže a velkým povrchem těla k hmotnosti. Nejvyšší ztráty se objevují během prvního dne po porodu. Jeden mililitr vody, který se odpařuje z kůže, je doprovázen ztrátou 560 kalorií tepla, a proto je velmi obtížné u takto nezralých novorozenců udržet fyziologickou teplotu. Přestože použití sálavého tepla může poskytnout více tepla pro dítě, dochází také k větším ztrátám vody. Ke snížení TEWL je velmi účinné nastavení vysoké vlhkosti okolního prostředí. Pokud dojde k poklesu této vlhkosti o 60–20 %, zvyšují se ztráty vody přes kůži u dětí pod 26. gestační týden až o 100 % (Modi, 2004, p. 108–109).

Během 10–14 dnů po porodu (u dětí extrémně nezralých pomaleji) pokožka velmi rychle dozrává a ztráty tepla již nejsou tak vysoké. Důležitým preventivním opatřením těchto ztrát je zabalit novorozence ihned po porodu do polyetylenové fólie a zabránit proudění

vzduchu v místnosti, kde je dítě po porodu ošetřováno. Umístit ho do inkubátoru se zdvojenými stěnami a do doby, než se ukončí epidermální zrání, aplikovat na tělo dítěte (kromě hlavy a obličeje) emoliencia. Emoliencia vytvoří na pokožce dítěte ochranný olejový film, který slouží jako bariéra proti ztrátám vody (Fendrychová, 2012, s. 94–95). Důležité je také krytí hlavy, která tvoří až 26 % tělesného povrchu novorozence (Procházková a Janota, 2010, s. 402).

Ztráty tepla dýchacím traktem představují asi 20 % tepelných ztrát. Ztráty jsou způsobeny tím, že vzduch, který nedonošený novorozenec vdechuje, se v dýchacích cestách zahřívá a tím odebírá tělu teplo, ale také i vlhkost. Vydechovaný vzduch je proto vždy vlhčí než vdechovaný. Prevencí těchto ztrát je zvýšení teploty vdechované směsi plynů a zajištění její dostatečné vlhkosti (Fendrychová, 2012, s. 93–94). K tomuto účelu slouží aktivní zvlhčovače se sterilní vodou, přes které je vedena inspirační větev ventilačního okruhu. Ohřátí a zvlhčení směsi plynů také zabránuje suchosti sliznic a stagnaci hlenu v dýchacích cestách.

V Hong Kongu proběhla studie zkoumající použití dvou různých teplot ve zvlhčovači (33–35 °C a 36–37 °C) a jejich vliv na srdeční frekvenci, dechovou frekvenci, krevní tlak, saturaci krve kyslíkem a teplotu kůže novorozence. Výsledky neprokázaly signifikantní rozdíly v jejich použití (Lee and Lopez, 2002).

Ztráty tepla *kondukcí* = *vedením*, tj. přímým předáváním tepla chladnějším předmětům, které jsou v přímém kontaktu s dítětem, jsou většinou malé. Může k nim docházet například při přemístění dítěte na chladný vyšetřovací nebo operační stůl, na chladnou váhu při vážení novorozence a podobně. V praxi je spíše využíván opačný efekt, tedy získávání tepla kontaktem s vyhřívanou podložkou (Procházková a Janota, 2010, s. 402). Principem kondukce je při rozdílné teplotě odevzdávání kinetické energie molekulami teplejšího místa molekulám chladnějším. Díky nízké tepelné vodivosti vzduchu se však příliš neuplatňuje, ztráty stoupají ve vodním prostředí (Beneš, 2015, s. 64).

K největším tepelným ztrátám dochází bezprostředně po porodu během stabilizace nedonošeného novorozence na porodním sále a během transferu na jednotku intenzivní péče. Rizikovým okamžikem pro vznik hypotermie jsou také procedury sloužící k zajištění novorozence, zejména intubace, kanylace umbilikálního katetru nebo periferní žilní linky, provádění RTG snímku, polohování dítěte a odsávání z dýchacích cest (Knobel and Holditch-Davis, 2007, p. 280–287). Významným faktorem, ovlivňujícím tělesnou teplotu dítěte, je teplota kontaktních ploch a teplota rukou ošetřujícího personálu (Burešová, 2014, s. 39). Studené ruce personálu již během dvouminutového držení dítěte, například při výměně inkubátoru, ochladí celý povrch těla nedonošeného novorozence.

Ve Francii proběhla studie vlivu ošetrovatelské péče na teplotu prostředí v inkubátoru a kožní teplotu novorozence. Po dobu deseti dnů bylo zaznamenáváno každé otevření

inkubátoru, délka péče o novorozence a typ výkonu. Bylo zjištěno, že ochlazení silně koreluje především s typem výkonu. Nejvíce se břišní kožní teplota snížila při endotracheální intubaci, a to až o 1,08 °C. Naopak doba trvání výkonu představovala pouze 10 % z celkových ztrát tepla (Deguines, 2013).

Specifickým problémem vedoucím k hypotermii je operace nezralého novorozence. V Turecku probíhala studie, která prokázala, že deset minut po indukci anestezie dochází k poklesu teploty tělesného jádra a tento pokles při nízké teplotě operačního sálu přetrvává po celou dobu operace dítěte. Závažnost se zvyšuje s rozsahem výkonu a nízkou teplotou prostředí. Velký chirurgický výkon zvyšuje pravděpodobnost tepelných ztrát více než 2,5krát, teplota operačního sálu pod 23 °C téměř dvakrát (Tander, 2005, p. 576–578).

4.3 Reakce nedonošeného dítěte na teplotní stres

Nedonošení novorozenci mohou být vystaveni dvěma typům teplotního stresu, přehřátí nebo podchlazení. Snahou ošetřujícího personálu je pokud možno zachovávat termoneutralitu prostředí, v němž se dítě nachází, a nevystavovat ho tak teplotnímu stresu, který je pro novorozence energeticky náročný a negativně ovlivňuje schopnost jeho adaptace (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 433).

4.3.1 Přehřátí

Pokud je produkce tepla vyšší než jeho ztráty, tělesná teplota novorozence stoupá nad 37,5 °C a dochází k přehřátí, které může vést ke zhoršení celkového stavu dítěte. Nejčastěji vzniká sekundárně jako důsledek nesprávného použití tepelných zařízení - inkubátorů, zářičů nebo výhřevné podložky (Fendrychová, 2009, s. 60). Příčinou hypertermie může být také sepsa, dehydratace, hypermetabolismus, novorozenecký abstinenci syndrom nebo horečka matky za porodu (Waldron and MacKinnon, 2007, p. 103).

Předčasně narození novorozenci nemají schopnost pocení, ta se objevuje nejdříve za dva týdny po porodu. Z tohoto důvodu u nich k přehřátí dochází velmi snadno. V reakci na stoupající teplotu prostředí nastává u nedonošených dětí periferní vazodilatace a zvýšené prokrvení kůže – kůže je tedy teplá a červená. Dítě je zpočátku neklidné, ale se stoupající teplotou přestává být aktivní, leží uvolněně, bez flexe končetin (Procházková a Janota, 2010, s. 404).

Přehřátí je spojeno se změnami ostatních fyziologických funkcí, objevuje se tachykardie a zhoršuje se dýchání novorozenců. Nastává tachypnoe, dyspnoe, periodické dýchání a může dojít i k opakovaným apnoickým pauzám (Fendrychová, 2009, s. 60).

Závažné, dlouhotrvající přehřátí novorozence nebo časté výkyvy teplot mohou vést k vazomotorickým změnám a cerebrálnímu poškození následkem edému mozku. Klinicky se projevuje obrazem intrakraniálního krvácení (Příbylová, 1967, s. 19).

4.3.2 Podchlazení (chladový stres)

Jsou-li ztráty tepla vyšší než jeho produkce, tělesná teplota dítěte klesá a vzniká chladový stres. Tělesná teplota nižší než 35,5 °C vede vždy ke zhoršení stavu a zvyšuje riziko mortality nedonošených dětí (Fendrychová, 2012, s. 96).

Podchlazený novorozenec reaguje změnou prokrvení kůže, pokožka je mramorovaná a na dotek chladná. Dochází ke změně chování, dítě je letargické. Nízká tělesná teplota ovlivňuje kardiorespirační systém, u dítěte se objevují bradykardie, mělké a nepravidelné dýchání a apnoické pauzy (Leifer, 2004, s. 357).

Důsledky chladového stresu:

Produkce tepla zvyšuje energetické nároky na organismus a zvyšuje spotřebu kyslíku a glukózy. Nedonošený novorozenec má jen minimální rezervy těchto látek a přetrvávající hypotermie vede k rychlému vyčerpání jejich zásob. Stoupají kyslíkové nároky, objevují se apnoické pauzy a rozvíjí se hypoglykémie (Subramanian, 2014).

Aylott v roce 2006 zkoumala hypotermii a její vztah k hypoxii a hypoglykémii a vytvořila tzv. energetický trojúhelník novorozence. Uvedla, že problém v jednom aspektu trojúhelníku může být příčinou zhoršení ostatních aspektů (Aylott, 2006, p. 38).

Další komplikací, spojenou s poklesem teploty tělesného jádra, je snížená produkce surfaktantu, látky, která snižuje povrchové napětí plic a brání kolapsu alveolů. Následkem toho dochází ke vzniku atelektáz a nedostatku kyslíku v organismu - hypoxii. Plicní vazokonstrikce způsobuje snížení průtoku krve plicemi, což dále hypoxii novorozence prohlubuje (Saxlová, 2001, s. 48).

Hypoxie a periferní vazokonstrikce jako následek nadměrných tepelných ztrát jsou příčinou rozvoje metabolické acidózy. Díky acidóze a hypoxii se postupně rozvíjí také perzistující plicní hypertenze novorozence (Gomella, 2013, p. 67).

Nízká tělesná teplota vede k poruchám srážení krve a riziku vzniku intraventrikulárního krvácení. Pokud hypotermie trvá dlouhodobě, dochází ke zhoršenému přibývání na váze. V neposlední řadě je chladový stres příčinou zvýšené neonatální mortality a morbidity (Straňák in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 94).

Podchlazení novorozenců je velkým celosvětovým problémem. Většina z dětí, které nepřežijí první měsíc života, umírá na komplikace spojené s hypotermií, nezralostí nebo na

závažnou infekci. Zejména v rozvojových zemích je příčinou hypotermie, kromě nedostatku prostředků, špatná péče o novorozence po porodu, neznalost problému a nerozpoznání hypotermie. Proběhlo mnoho studií, které odhalily největší úskalí při ošetřování novorozenců. Největším problémem domácích porodů je nedostatečné balení novorozenců po porodu, jejich ukládání na zem nebo na jiné studené plochy a časně koupání po porodu. Cílem je zvýšit informovanost obyvatel o nutnosti zabalení dítěte ihned po porodu do čistých, suchých plen, oddálení prvního koupání, preference kojení a skin-to-skin kontaktu s matkou jako nejúčinnější formy prevence hypotermie. Ve zdravotnických zařízeních zavést jednoduchou strategii termomanagementu, poskytnout vzdělávání a zaučit personál v používání vhodných, nízkonákladových a technicky jednoduchých (low-cost, low-tech) prostředků. Vzhledem k negramotnosti velké části obyvatel těchto zemí, ale i k existenci různých rituálů po porodu dítěte, je však velmi náročné tyto praktiky zavést do praxe (Lunze and Hamer, 2012, p. 319).

4.4 *Terapie hypotermie a hypertermie*

Pokud měřením tělesné teploty dojde ke zjištění odchylky od normy, je nutné před zahájením léčby nejprve zhodnotit celkový stav novorozence. Pozornost je třeba zaměřit především na ostatní vitální funkce, prokrvení a barvu kůže, hydrataci, tonus a posturu dítěte. Dalším ukazatelem by mohla být změna chování dítěte, nejčastěji dráždivost nebo naopak spavost, letargie až apatie. Po zopakování měření a kontrole termoneutrality prostředí přistupujeme k léčbě (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 432–433).

4.4.1 Léčba hypotermie

Tělesná teplota nižší než 34 °C znamená pro nedonošeného novorozence ohrožení na životě. K zahřívání (rewarmingu) musí docházet pomalu, nejlépe rychlostí 0,5–1 °C za hodinu, přičemž kožní teplota by neměla být o více než 1 °C vyšší než teplota rektální. U dětí s porodní hmotností pod 1200 g, s gestačním věkem pod 28 týdnů nebo s tělesnou teplotou nižší než 32 °C musí být ještě pomalejší. Nutností je kontinuální monitoring tělesné teploty. Během zahřívání se mohou vyskytnout následující komplikace – apnoe, hypotenze, hypoglykemie, abdominální distenze. Novorozenec je také vystaven riziku vzniku nekrotizující enterokolitidy (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 433).

K léčbě hypotermie lze kromě postupného zvyšování teploty prostředí použít také teplé pleny nebo termoizolační fólii. (Fendrychová, 2012, s. 96). Je třeba však dát pozor na to, aby dítě nebylo zabaleno ve velkém množství plen, které budou příliš těsně utaženy kolem nedonošeného dítěte, ani ho nepřikrývat dekou, protože taková izolace může naopak zabránit proniknutí tepla k dítěti. Vzhledem k tomu, že hlava novorozence zaujímá

1/4 celkového tělesného povrchu, je vhodné k zahřátí dítěte použít také čepičku (Troupová a Hanzl, 2010, s. 94).

4.4.2 Léčba hypertermie

Při horečce z přehřátí organismu většinou postačí provést režimová opatření – snížit okolní teplotu prostředí (snížit teplotu v inkubátoru) a rozbalení dítěte. Pokud tělesná teplota neklesá nebo nadále stoupá, jedná se s velkou pravděpodobností o febrilii způsobenou bakteriální nebo virovou infekcí. (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 433). Při podezření na infekční onemocnění je vhodné porovnání centrální teploty a teploty na akrálních částech těla. Bylo prokázáno, že rozdíl mezi periferní a centrální teplotou těla je jedním z projevů počínající infekce (Troupová a Hanzl, 2010, s. 94). Při horečce nad 38,5 °C jsou novorozenci aplikována antipyretika, nejčastěji cestou intravenózní, eventuálně per rektum. Antipyretika blokují vzestup teploty tělesného jádra způsobovaný cytokiny. Na normální tělesnou teplotu ale nemají žádný vliv. Jediným antipyretickým lékem pro nedonošené děti jsou paracetamolové preparáty – Paralen, Panadol a další. Nejvyšší koncentraci v krvi dosahují tyto preparáty za 1 hodinu. Velkou opatrnost je třeba dávat při jejich dávkování, již dvojnásobná až trojnásobná dávka vede k těžkému jaternímu selhání (Liška J., 2013, s. 26).

Nezbytnou součástí léčby hypertermie u předčasně narozených dětí je i hrazení tekutinového a energetického deficitu způsobeného horečkou pomocí infuzních roztoků. U takto malých novorozenců se nedoporučuje chlazení organismu podáním infuzního roztoku přes led, protože může vést k těžké bradykardii (Fendrychová, 2012, s. 96).

5 Zajištění termoneutrálního prostředí

Termoneutrální prostředí je taková teplota vnějšího prostředí, ve které je rychlost metabolismu a tím i spotřeba kyslíku a energie minimální a dítě si udrží stabilní tělesnou teplotu (Gomella, 2013, p. 65). Zajištění termoneutrality je nutné od prvních okamžiků života dítěte, tedy již při jeho ošetření na porodním sále. Pokles tělesné teploty pod fyziologickou mez významně ovlivňuje poporodní adaptační děje. (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 434).

Pojem termoneutrální prostředí byl poprvé zaveden v roce 1966 americkým lékařem Williamem Silvermanem, který publikoval studii, ve které doporučil rutinně udržovat teplotu břicha dítěte na 36 °C jako teplotu, ve které mají novorozenci nejnížší potřebu kyslíku a nejnížší metabolismus (Fendrychová, 2011, s. 95). Klinické studie, probíhající v následujících letech, tuto hranici zvýšily na 36,5–36,7 °C u donošených a lehce nezralých novorozenců, u extrémně nezralých novorozenců až na 36,8–36,9 °C (Knobel et al., 2010, USA).

Pojem termoneutralita je velmi blízký pojmu tepelný komfort, což je stav, kdy člověk nevnímá okolní teplotu ani jako chladnou, ani jako teplou, kdy se neaktivuje produkce ani výdej tepla a termoregulační mechanismy nejsou zapojeny. Tento jev, kdy se člověk subjektivně cítí příjemně, se nazývá izotermní bod tepla. Závisí na mnoha faktorech, na teplotě vzduchu, vlhkosti a proudění vzduchu, na tepelné vodivosti či aktuální skutečné teplotě média. Izotermní bod je velmi významně ovlivněn také věkem, tělesnou aktivitou a vrstvami oblečení a je zcela jiný pro nedonošeného novorozence než pro dospělého člověka (Jandová, 2009, s. 68–69). Bylo prokázáno, že novorozenec po porodu, umístěný nahý do prostředí 23 °C, trpí stejným chladem jako nahý dospělý při 0 °C. Již pouhým osušením a zabalením dítěte do suchých plen zvýšíme jeho toleranci k prostředí. Je-li dítě mokré, i při teplotě okolního vzduchu 32 °C dochází k jeho podchlazení. Při osušení a skin-to-skin kontaktu však udržuje stabilní tělesnou teplotu již při teplotě okolí 25–28 °C (Lunze and Hamer, 2012, p. 318–320).

Nedonošené děti, zvláště pod 30. gestační týden, mají zúžené termoneutrální pásmo. To znamená, že rozmezí teplot prostředí, kdy není nutné k udržení žádoucí tělesné teploty zapojit termoregulační mechanismy, je velmi malé. Mají tendenci chovat se jako poikilotermní (studenokrevní) živočichové, mají velmi omezené termoregulační mechanismy a jejich tělesná teplota se přibližuje teplotě prostředí. Obecně platí, že čím má dítě nižší porodní hmotnost a je nižšího postnatálního stáří, tím vyšší teplotu prostředí potřebuje. Hodnota ideální teploty je pro každé dítě individuální. Pro novorozence středně nezralého je termoneutrálním prostředím teplota okolí zhruba mezi 32–34 °C, pro novorozence těžce až extrémně nezralého v prvních hodinách života je nutné zajistit

teplotu 36–37 °C. Teplota prostředí se postupně snižuje s postnatálním stářím novorozence, viz Příloha E (Procházková in Janota, Straňák a kol., 2013, s. 434).

5.1 Termomanagement

Termomanagement, neboli udržování tělesné teploty v termoneutrálním rozmezí, je základním předpokladem pro poskytování kvalitní ošetrovatelské péče u novorozenců. Snaha o minimalizaci vzniku neonatální hypotermie je jedním z nejdůležitějších úkolů v současné péči o předčasně narozené novorozence. Důležitost problematiky termomanagementu je vyjádřena i vydáním doporučení Světové zdravotnické organizace o dodržování tzv. „teplotního řetězce“ (Burešová, 2014, s. 38).

I přes to, že je toto doporučení vydané již roku 1997, je stále velmi aktuální. Jeho zásady jsou zahrnuty Evropskou radou pro resuscitaci (European Resuscitation Council – ERC) v Guidelines pro resuscitaci v roce 2010 i v roce 2015, kde je kladen mimořádný důraz na udržení tělesné teploty ve fyziologickém rozmezí jako klíčový výkon první pomoci po porodu (Franěk, 2015).

Zabezpečení teplého prostředí novorozencům po porodu ale nebylo vždy samozřejmostí. Ještě v první polovině 19. století považovala významná lékařka Virginia Apgarová za efektivní metodu resuscitace ponořit asfyktické dítě do ledové vody. K zahřívání novorozenců se v průběhu vývoje používaly nejrůznější metody. Jedním z neobvyklých způsobů bylo počátkem 16. století obkládání novorozeného syna českého krále Ludvíka Jagelonského teplými vnitřnostmi z čerstvě zabitých vepřů. Mezi přirozenější metody patřilo nošení dětí v záňadří, používání termoforů s teplou vodou, horkých cihel nebo nahřátých sáček s pohankou či jinými plody (Fendrychová, 2011, s. 81).

Za zakladatele moderního konceptu termomanagementu předčasně narozených dětí je považován americký profesor pediatrie Richard L. Day. Ten již v roce 1943 identifikoval základní vlastnosti nedonošených novorozenců ve vztahu ke změnám teploty prostředí. Výsledkem jeho studie nedonošených dětí byl například poznatek o minimálních izolačních schopnostech podkožního tuku, větším poměru plochy těla k hmotnosti novorozence, větším ztrátám tepla díky vedení tepla nebo nefunkčnosti potních žláz. Jeho poznatky však byly ještě dlouhá léta ignorovány a nedonošení novorozenci byli stále podchlazováni (Fendrychová, 2011, s. 94).

Mezi nejdůležitější zásady termomanagementu nedonošeného novorozence patří zajištění optimálního teplotního prostředí místnosti, kde je nedonošené dítě ošetřováno, dále zabránění ztrátám tepla po porodu a udržení tělesné teploty ve fyziologickém rozmezí. V neposlední řadě sem řadíme i prevenci nežádoucích ztrát vody, které vedou k poruchám vodního a elektrolytového hospodářství, především k hypovolemii, hypernatremii a hyperkalemii (Saxlová, 2001, s. 47).

5.2 Termomanagement novorozence na porodním sále

Porod nezralého novorozence má být veden na pracovišti, kde je k dispozici jednotka intenzivní péče, porod dítěte s porodní hmotností pod 1500 g by měl probíhat výhradně v perinatologickém centru. Při známkách hrozícího porodu je rodička transportována na odpovídající pracoviště, které je schopné poskytnout jí i novorozenému dítěti adekvátní péči. Tzv. transport „in utero“ významně zlepšuje prognózu nedonošených dětí (Dort, 2013, s. 40). V perinatologických centrech je personální, materiální a technické vybavení pro bezprostřední zahájení péče i o extrémně nezralého novorozence, včetně kardiopulmonální resuscitace, umělé plicní ventilace a zajištění vhodného termoneutrálního prostředí. Porod nezralého novorozence mimo perinatologická centra a jeho transport je téměř vždy spojen s hypotermií novorozence (Slezáková, 2011, s. 157).

Porod často bývá předem plánovaný, aby byl dostatek času na přípravu a zajištění co nejideálnějších podmínek. Měl by být veden co nejšetrněji, nejlépe ve vaku blan. V současné době neexistuje studie, která by jasně dokazovala výhodu císařského řezu oproti spontánnímu porodu. Pokud je porod veden císařským řezem, je kvůli nižšímu ovlivnění dechového centra a tělesné teploty novorozence upřednostňována svodná anestezie před celkovou (Dokoupilová, 2011, s. 316–317).

Podle doporučení Evropské rady pro resuscitaci je hranice optimální teploty dětského boxu na porodním sále stanovena minimálně na 26 °C. Při příjmu nedonošeného dítěte je třeba důsledně dbát na to, aby v místnosti nedocházelo k proudění vzduchu (průvanu), který by vedl k dalším tepelným ztrátám dítěte. Teplotu vyhřívaného lůžka nastavíme podle očekávané porodní hmotnosti dítěte – u novorozenců s porodní hmotností nad 2500 g na 33 °C, u novorozenců s porodní hmotností 1500–2500 g na 34 °C a u novorozenců pod 1500 g na 35 °C (Straňák, 2015, s. 21–22).

Období bezprostředně po porodu je pro novorozence považováno za nejrizikovější. Během nitroděložního života je obklopeno plodovou vodou, která má teplotu 37–38 °C. Po porodu se dítě náhle dostává do vnějšího prostředí o teplotě minimálně deset stupňů nižší a bez zajištění termoneutrálního prostředí velmi rychle dochází k vysokým ztrátám tepla. Riziko podchlazení je u nedonošených dětí vzhledem k nezralosti všech tělesných systémů ještě vyšší. Během jedné minuty dochází k poklesu tělesné teploty o 0,2–0,3 °C, tedy za 5 minut se jejich teplota sníží o 1–1,5 °C. Někdy bývá první hodina po porodu označována jako „zlatá hodina“, která je rozhodující pro další pozitivní nebo negativní vývoj novorozence (Burešová, 2014, s. 38).

Při poklesu tělesné teploty o 1 °C se pravděpodobnost mortality novorozence zvyšuje o 10 % (Straňák, 2015, s. 21).

Po narození by mělo být dítě ošetřováno na vyhřívaném lůžku nebo na vyhřívaném vyšetřovacím stole. V případě nekomplikovaného porodu a dobrého zdravotního stavu

matky i novorozence je k zajištění termoneutrálního prostředí preferován kontakt skin to skin, tedy položení nahého novorozence na hrudník matky a jeho přikrytí přikrývkou.

Zajištěním termoneutrálního prostředí dochází k normalizaci dýchání a srdeční akce, snižuje se energetický výdej a v případě kontaktu skin to skin je stimulováno sání a tvorba mléka (Pánek, 2013, č. 363). Nezralí novorozenci jsou bohužel o tuto možnost ochuzeni, díky nedostatku surfaktantu v plicích dochází k rozvoji respirační insuficience a je nutný okamžitý zásah neonatologů a zahájení podpory dýchání.

Po porodu nedonošené dítě od porodníka přebírá neonatolog a ve sterilních, nahřátých plenách nebo rouškách ho ihned přenáší na vyhřevné resuscitační lůžko pod radiální zdroj tepla (Baťová, 2007, s. 54). Moderní možností, využívající se v některých perinatologických centrech, je provádění prvního ošetření dítěte již v inkubátoru, který je přímo napojen na transportní systém, např. inkubátor Giraffe OmniBed a Shuttle. Díky tomu je minimalizována manipulace s novorozencem a optimalizován teplotní komfort (Straňák, 2013, s. 94).

Další postup závisí na tom, v jakém gestačním týdnu a s jakou porodní hmotností se dítě narodilo. Lehce a středně nezralý novorozenec se osuší, mokrá plena se odstraní a dítě se zabalí do suché nahřáté pleny (Baťová, 2007, s. 54). Velmi nezralé a extrémně nezralé novorozence, nebo hypotrofické novorozence s porodní hmotností pod 1500 g zabalíme ihned, bez předchozího osušení, do předehřáté polyetylenové (termoizolační) fólie. Díky použití fólie mají tyto novorozenci po ošetření a stabilizaci zdravotního stavu na porodním sále zhruba o 1–1,5 °C vyšší tělesnou teplotu, než kdyby byli ošetřeni standardně (Liška K., 2013, s. 3–5).

Polyetylenová fólie slouží předčasně narozeným dětem jako termoizolační obal, který brání rychlému odpařování a tím ztrátám tepla z povrchu kůže. Dítě je v ní zabaleno celé, kromě obličejové části hlavy, viz Příloha F. Nemůže být použita pouze u dětí s puchýřnatým onemocněním kůže a u dětí, které jsou vloženy do vyhřívaného vaku. Zabalením dítěte do fólie dojde k vytvoření vlhkého mikroprostředí, ve kterém jsou ztráty tepla evaporací nejnižší. Fólie se odstraňuje až po stabilizaci tělesné teploty dítěte v inkubátoru, tedy zhruba za 2–3 hodiny po porodu (Fendrychová, 2012, s. 46).

V současné době je v prevenci tepelných ztrát u novorozenců po porodu novinkou výrobek, který byl vyvinut zejména pro velmi nedonošené a extrémně nedonošené novorozence. Jedná se o sterilní vak, který je tvořen dvojitou vrstvou polyetylenu a regulovatelnou kapucí. Dítě se do něj vloží tak, že je zakryté celé kromě obličeje. V oblasti hrudníku je opatřen velmi jemným suchým zipem, aby byl zabezpečen přístup k dítěti. Na zádech má speciálně tvarovanou pěnu, která brání ztrátám tepla vedením a také udržuje hlavu dítěte tak, aby dýchací cesty zůstaly volné, viz Příloha F (Neo-HeLP, 2015).

5.3 Zajištění termoneutrálního prostředí v inkubátoru

Nejlepší možností, jak zajistit nedonošeným dětem tepelný komfort, je umístit je co nejdříve po porodu do inkubátoru. Tuto myšlenku vyslovil již v roce 1898 americký porodník Blacker, který ve svém článku detailně popsal péči o předčasně narozené dítě. Mimo jiné zde uvedl, že nedonošené dítě má být v inkubátoru nahé, aby se zabránilo zbytečné manipulaci, a celé má být zabalené ve vatě, aby se udržovala tělesná teplota. Inkubátor musí být předem vyhřátý na teplotu 90–95 °F (32–35 °C) a teplota upravována podle stavu dítěte (Blacker, 1998).

Americký lékař William A. Silverman v roce 1958 prokázal v jedné z prvních randomizovaných studií v neonatologii, že nedonošení novorozenci umístění v inkubátorech, které mají vyšší teplotu, mají větší procento přežití než děti umístěné v inkubátorech o nižší teplotě. Přesto trvalo ještě několik let, než byly inkubátory běžně zavedeny do praxe. V té době bylo totiž považováno za normální, že nedonošení novorozenci mají nižší tělesnou teplotu než děti narozené v termínu (Philip, 2005, p. 802).

Během pobytu v inkubátoru jsou dítěti zajištěny takové podmínky, které se co nejvíce přibližují nitroděložnímu prostředí (Leifer, 2004, s. 360). Inkubátor zajišťuje termoneutralitu cirkulací zahřátého a zvlhčeného vzduchu v uzavřeném prostředí. Cílem je omezit tepelné ztráty dítěte na minimum. Teplota vzduchu v inkubátoru je řízena termostatem, který je nastaven na určitou hodnotu vzhledem k hmotnosti a stáří dítěte (Hanuščáková, 2008, s. 52–53). Termostat je regulován manuálně, nebo pomocí servoregulace. Inkubátor je vybaven ventilátorem zajišťujícím proudění vzduchu kolem novorozence. Vzduch je zvlhčován sterilní vodou. V moderním pojetí termoneutrální prostředí znamená nejen zajištění tepla, ale také dostatečné vlhkosti. Zvláště velmi nezralí a extrémně nezralí novorozenci potřebují vysokou teplotu a vlhkost prostředí (Fendrychová, 2009, s. 61).

Nastavení vysoké vlhkosti v prvních dnech života pomáhá snižovat ztráty vody. Vlhkost je vyjadřována v procentech a její výši ovlivňuje gestační věk a postnatální věk (Žiláková, 2013, s. 24). Dalšími parametry pro nastavení optimální úrovně vlhkosti je zralost kůže a základní patologie. Obecně platí, že pro novorozence narozené ve 30. a nižším gestačním týdnu, a/nebo vážící méně než 1000 g, nastavujeme minimálně 50% vlhkost, která je udržována po dobu minimálně jednoho týdne (Knobel et al., 2007). Pro velmi nezralé novorozence je doporučována vlhkost 60–50 %, pro extrémně nezralé novorozence je v prvních dnech po porodu ideální 70%, resp. 80% vlhkost, která se zhruba po 7 dnech života začíná postupně snižovat, nejčastěji o 5 % vlhkosti za den, až do výše 40 % vlhkosti. Standardní ošetrovatelské postupy (Clinical Guideline) v zahraničních perinatologických centrech se mírně liší ve dni prvního snižování vlhkosti nebo v rychlosti snižování vlhkosti, nicméně tyto rozdíly nejsou výrazné a jsou vždy individuální s ohledem na konkrétního novorozence.

V Austrálii probíhala studie 50 extrémně nedonošených dětí zaměřená na zkoumání vlivu vlhkosti na tělesnou teplotu novorozenců. Nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly mezi použitím 70% a 80% vlhkosti v inkubátoru u dětí pod 28. gestační týden (Kong, 2011).

Nevýhodou vysoké vlhkosti v inkubátoru je vyšší riziko osídlení inkubátoru bakteriemi a díky kondenzaci vody na stěnách inkubátoru i snížená viditelnost. Z těchto důvodů je doporučováno ponechávat vysokou vlhkost pouze po dobu dozrávání kůže a poté ji postupně snižovat (Fendrychová, 2012, s. 100–101).

Nejlepší volbou pro velmi nezralé novorozence jsou inkubátory s dvojitou stěnou, které během otevření okének inkubátoru zajišťují prouděním vzduchu mezi stěnami inkubátoru menší výkyvy teplot uvnitř inkubátoru a tím stabilnější teplotu dítěte (Gardner, 2015, p. 115). Experti z Cochrane Collaboration v roce 2010 zkoumali vliv jednostěnných versus dvojtěnných inkubátorů na energetickou potřebu a vodní bilanci nedonošených novorozenců. Porovnáním tří studií došli k závěru, že dvojtěnné inkubátory mají jen nevýznamný vliv na snížení tepelných ztrát evaporací oproti jednostěnným inkubátorům a nebyla prokázána ani spojitost s délkou hospitalizace nebo přežitím (Laroia, 2010, Review).

Umístění předčasně narozeného dítěte s velmi nízkou porodní hmotností do otevřeného vyhřívaného lůžka je nevhodné, protože zde díky nezralé pokožce dochází ke zvýšeným ztrátám vody a tepla kondukcí, radiací a evaporací. Příčinou je proudění vzduchu kolem novorozence, které je navíc umocněno vznikem vzdušného víru při pohybu ošetřujícího personálu kolem lůžka (Fendrychová, 2012, s. 104).

5.3.1 Historie vývoje inkubátoru

Historicky první inkubátor, tzv. Ruehlovu kolébku, vyvinul roku 1835 lékař manželky cara Pavla I., Johann Georg von Ruehl v St. Petěrburgu v Rusku. Jednalo se o dvouplášťovou kovovou vanu, která byla zabalena do vlněné pokrývky. Do prostoru mezi stěnami se každých 6 hodin dolévala horká voda, aby se v ní udrželo teplo (Fendrychová, 2011, s. 82).

První horkovzdušný inkubátor byl zkonstruován pařížským porodníkem E. S. Tarnierem v letech 1878–1880. Při návštěvě pařížské zoologické zahrady ho zaujala vyhřívaná dřevěná líheň s kuřaty a ta ho přivedla na myšlenku sestavit podobné zařízení pro děti. Tarnierův inkubátor byl dřevěný, voda v nádrži pod dítětem byla zahřívána lampou umístěnou vně inkubátoru a ohřátý vzduch proudil kolem dítěte, viz Příloha G. Tento inkubátor znamenal pro nedonošené děti velký revoluční objev. Tarnierem a jeho žákem P. Budinem bylo prokázáno, že novorozenecká úmrtnost dětí s porodní hmotností mezi 1200–2000 g po zavedení tohoto inkubátoru klesla z 66 % na 38 %. (Tesařík, 2012).

V těchto inkubátorech však často docházelo k přehřátí dítěte. Roku 1889 byl zkonstruován Lionův inkubátor, který měl již plně automatický vyhřívací systém i funkci nasávání čerstvého vzduchu, viz Příloha G. Jeho nevýhodou však bylo, že byl příliš drahý a proto nebyl běžně dostupný (Fendrychová, 2011, s. 86–87).

V následujících letech byly konstruovány další modely inkubátorů, včetně transportních a pro domácí použití. Počátkem 20. století se začaly používat inkubátory s elektrickým proudem. Nejprve se vytápěly s pomocí žárovek, ale přiváděné teplo nebylo regulováno a dětem hrozilo přehřátí. Inkubátory byly dřevěné nebo kovové, takže do nich nebylo vidět. K výraznému zdokonalení došlo až ve 30. letech, kdy se začalo na celou horní část používat průhledné plexisklo. Prvním takto zhotoveným inkubátorem byl inkubátor Isolette. Zpočátku měly inkubátory pouze jednoduchou stěnu z plexiskla, kterou teplo unikalo, teprve později byla zdvojena (Inkubátor, 2015).

V následující kapitole se budu věnovat detailnějšímu popisu inkubátoru Giraffe OmniBed, který je nedílnou součástí výzkumné části diplomové práce, viz Příloha G.

5.3.2 Inkubátor Giraffe OmniBed

Giraffe OmniBed je velmi moderním inkubátorem současnosti. Může být použit jako inkubátor, nebo v případě potřeby jako výhřevné lůžko. Přeměna z inkubátoru na lůžko je provedena stiskem jediného tlačítka během několika sekund. V obou případech však poskytuje nadstandardní, mikroprocesorem řízený tepelný komfort, který zajišťuje optimální ohřívání prostoru matrace, bez zbytečného ohřevu okolí (Giraffe OmniBed, 2010).

Pokud je Giraffe OmniBed používán jako inkubátor, zajišťují cirkulaci teplého vzduchu uvnitř inkubátoru ventilátor a topné těleso umístěné pod lůžkem. K dítěti je možný přístup skrz boční otvory nebo dvířka. Je-li potřeba většího přístupu k dítěti, lze zvednout horní kryt a sklopit boční stěny inkubátoru. Při zvednutí krytu se automaticky otevrou dvířka umístěná v tomto krytu a aktivuje se sálavé vytápění, které udržuje tělesnou teplotu nedonošeného dítěte.

Inkubátor má dva ovládací režimy, které slouží k regulaci teploty. Tyto režimy lze použít v obou variantách, tedy jak u inkubátoru, tak ve variantě výhřevného lůžka.

Při zvolení ovládacího režimu Air (Vzduch) teplotní sonda uvnitř inkubátoru porovnává teplotu v inkubátoru s teplotou nastavenou ošetřujícím personálem. Pro nastavení správné teploty inkubátoru lze v tomto režimu využít funkci Zóna komfortu, která při zadání hmotnosti dítěte, gestačního věku a postnatálního věku vypočítá odpovídající teplotu prostředí. Teplotní rozmezí, které lze v inkubátoru nastavit, je od 20 °C až do 39 °C, v přírůstcích po 0,1 °C. Displej na přední stěně inkubátoru ukazuje nastavenou teplotu

vzduchu a aktuální teplotu vzduchu v inkubátoru. Pokud dojde ke zdvižení krytu inkubátoru, sálavé topné těleso se automaticky aktivuje na úroveň přehřívání (25 %) a personál musí ručně nastavit požadované procento výkonu topného tělesa, v přírůstcích po 5 %. Po spuštění krytu inkubátor dále pokračuje v režimu Air.

Ovládací režim Baby (Dítě) je určen pro servoregulaci. Při zvolení tohoto režimu je výkon termostatu i výkon sálavého topného tělesa při zvednutí krytu regulován automaticky podle naměřených hodnot teploty dítěte. Na inkubátoru je nutné nastavit požadovanou kožní teplotu dítěte, dle porodní hmotnosti, viz tabulka Příloha A. Na displeji je zobrazena aktuální tělesná teplota dítěte, nastavená požadovaná teplota pokožky dítěte a aktuální teplota vzduchu v inkubátoru. Při zdvižení krytu se mění výkon sálavého topného tělesa automaticky v závislosti na teplotě dítěte. Po spuštění krytu inkubátor pokračuje v režimu Baby se stejnou, dříve nastavenou teplotou dítěte.

Další výhodou tohoto inkubátoru je funkce zesílené vzduchové/ teplotní clony. Tato funkce se využívá při déletrvající manipulaci s dítětem a u výkonů, u kterých je otevřena celá stěna inkubátoru. U velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců je vhodné ji použít při jakékoliv manipulaci s dítětem, neboť pouhým otevřením okének inkubátoru dochází k poklesu jejich tělesné teploty. Díky stisknutí tohoto tlačítka dojde na 20 minut ke zvýšení rychlosti ventilátoru a zlepšení tepelného výkonu. Změní se cirkulace teplého vzduchu v inkubátoru, který nyní proudí podél stěn inkubátoru a vytváří jakousi tepelnou clonu bránící únikům tepla ven z inkubátoru. Při uzavření okének lze tuto clonu deaktivovat opětovným stiskem tlačítka (Datex-Ohmeda, Inc., 2014).

Inkubátor je vybaven otočnou patentovanou vrstvenou matrací, která zmírňuje tlak na pokožku nezralého novorozence, integrovanou váhou s rozpětím 300–8000 gramů a trendy teplotních parametrů a hmotnosti dítěte. Dále disponuje servořízením koncentrace kyslíku, regulací vlhkosti vzduchu 30–95 % a vysunovatelnou RTG podložkou (Giraffe OmniBed, 2010).

5.3.3 Princip manuální regulace tělesné teploty a servoregulace

V případě manuální regulace ošetřující personál manuálně nastaví určitou hodnotu vyhřívání v inkubátoru. Teplota vzduchu uvnitř inkubátoru je měřena pomocí teplotního čidla umístěného na stěně inkubátoru. Při poklesu teploty prostředí se automaticky zapne termostat tak, aby požadovaná teplota byla dosažena. Hodnota vyhřívání se upravuje manuálně podle naměřené tělesné teploty dítěte. Teplota vzduchu uvnitř inkubátoru je tedy stabilní a mění se jen při změně nastavení.

Při servoregulaci si teplotu prostředí dítě řídí samo pomocí termistorové sondy, kterou má připevněnou na kůži. Tato sonda měří tělesnou teplotu dítěte a tepelný zdroj zahřívá

vzduch, dokud kůže dítěte nedosáhne nastavené teploty. Pokud dojde k tomu, že teplota kůže dítěte překročí nastavenou teplotu, začne se snižovat příkon topení a teplota vzduchu klesá, což následně vede k poklesu teploty dítěte a naopak. Při servoregulaci teplota vzduchu uvnitř inkubátoru kolísá až o několik °C ve snaze dosažení nastavené teploty kůže (Fendrychová, 2012, s. 98).

Principem termistorové sondy je teplotní změna elektrického odporu termistoru. Termistor je elektronický prvek - polovodičová součástka, jejíž odpor je závislý na teplotě. Je vyráběn sintrováním (slinováním za vysoké teploty) směsí oxidů kovů železa, niklu, manganu a kobaltu (Rozman, 2006, s. 42). Má záporný teplotní součinitel, tzn., že s rostoucí teplotou roste hustota volných elektronů a elektrický odpor termistoru klesá. Druhý konec termistorové sondy se připojí do modulu inkubátoru. Jedním modulem je možné sledovat i dvě kožní teploty, snímané na dvou místech těla. Výhodou termistoru je kontinuální sledování tělesné teploty, poměrně rychlá odezva na změnu teploty a také možnost miniaturizace tohoto prvku. Nevýhodou je nutnost celoplošného kontaktu povrchu termistoru s povrchem pokožky, který je v případě nepřiléhání příčinou nesprávných údajů (Handl, 2007, s. 120–121).

6 Metodologie a výsledky

6.1 Cíl výzkumné práce

Hlavním cílem tohoto výzkumu je komparace dvou metod regulace tělesné teploty u velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců a na základě zjištěných výsledků určení, zda je některá z metod pro udržení stabilní tělesné teploty u těchto novorozenců vhodnější.

Dílčí cíle:

Pro dosažení hlavního cíle bylo nutné zvolit několik dílčích cílů.

C 1 Zjistit průměrnou celkovou dobu odchylky tělesné teploty mimo normu.

C 2 Zjistit počet selhání obou metod regulace tělesné teploty.

C 3 Zjistit typ selhání obou metod regulace tělesné teploty.

C 4 Zjistit, zda jsou metody ovlivňovány dalšími proměnnými – ventilační podporou, oběhovou nestabilitou, přítomností infekce nebo trofikou.

6.2 Metodika získávání dat a zpracování výsledků

Pro výzkumné šetření bylo použito kvantitativního sběru dat. Tělesná teplota novorozenců byla zaznamenávána á 1 minutu v průběhu prvních 72 hodin života dítěte, celkem tedy bylo od jednoho dítěte získáno 4 320 číselných hodnot. Všechny děti v obou metodách měly v axile umístěné a fixované teplotní čidlo, které kontinuálně snímalo aktuální tělesnou teplotu. Teplotní čidlo bylo připojené k monitoru vitálních funkcí, a zde byly hodnoty ukládány. Data z monitoru byla stahována pomocí programů Dräger WinView a eData Cap Processor, které byly pro účely této studie nainstalovány do nemocniční počítačové sítě. Novorozenci zařazení do metody servoregulace měli navíc v téže axile fixované i termistorové čidlo, díky kterému byla teplota v inkubátoru regulována.

Zdrojová data, získaná z textových souborů, byla následně převedena do programu Microsoft Office Excel 2007. Z textových souborů byly importovány pouze údaje „datum a čas měření“ a „teplota“. Pomocí standardní funkce byly vybrány do prvního sloupce hodnoty přesahující fyziologické rozmezí, do druhého sloupce teploty 36,4 °C a nižší, a do třetího sloupce teploty 37,6 °C a vyšší. Finální čištění dat probíhalo manuálně. Na základě individuálního posouzení a zkušeností s termomanagementem jsem při zachování co největší objektivity vyhodnocovala jednotlivá data u každého novorozence. Do součtu celkové doby mimo fyziologické rozmezí nebyly započítány výchylky teploty způsobené vypadnutím nebo přelepováním teplotního čidla. Tyto výchylky byly v kontinuálním záznamu dat viditelné jako náhlé významné změny tělesné teploty. Za významnou změnu jsem považovala náhlou odchylku dvou po sobě jdoucích hodnot přesahující 0,6 °C včetně

a více, která se upravila do původní hodnoty nebo hodnoty jen mírně nižší, která by mohla odpovídat fyziologickému poklesu tělesné teploty během manipulace.

Všechna nashromážděná data byla poté přenesena do statistické tabulky pro nula-jedničkovou odezvu a předána ke statistickému zpracování.

6.2.1 Podmínky výzkumného šetření

Před zahájením výzkumu bylo nutné stanovit přesná pravidla v péči o novorozence. Cílem bylo zajistit rovné podmínky pro všechny respondenty tak, aby získaná data byla validní:

- Děti na porodním sále budou ošetřovány v souladu s doporučením pro ošetřování nezralých novorozenců – před porodem zvýšit výkon vyhřívání resuscitačního lůžka na 70–80 %, novorozence s porodní hmotností pod 1500 g ihned po porodu zabalit do termoizolační folie a v ní ponechat po dobu nejméně tří hodin po porodu, děti nad 30. gestační týden osušit a zabalit do suchých nahřátých plen.
- Pro všechny zkoumané děti bude použit stejný typ inkubátoru – Giraffe OmniBed, který bude nastaven na vstupní teplotu 37 °C pro děti extrémně nedonošené, a na teplotu 35 °C pro děti nad 30. gestační týden. Vlhkost v inkubátoru bude udržována v prvních třech dnech života v rozmezí 80–60 % u dětí do 30. gestačního týdne a 60–40 % u dětí nad 30. GT.
- Umístění teplotního/ termistorového čidla: na čistou a suchou pokožku, do oblasti vrcholu axily, změna umístění čidla/čidel dle polohování dítěte tak, aby si dítě na čidle neleželo (při polohování novorozence na pravý bok budou čidla umístěna do levé axily, při polohování na levý bok do pravé axily).
- Nutnost kontinuální fixace čidel po celou dobu probíhajícího výzkumu.
- Před otevřením inkubátoru a manipulací s dítětem aktivovat teplotní clonu, která brání vzniku vzdušného proudu a úniku tepla z inkubátoru. Po uzavření dvířek inkubátoru teplotní clonu deaktivovat.
- Definice selhání metody: Za selhání metody se považuje situace, kdy je tělesná teplota novorozence po dobu 2 hodin (120 min) rovna či vyšší než 37,8 °C, nebo rovna či nižší než 36,2 °C. Dosáhne-li tělesná teplota novorozence hodnoty 38,0 °C a vyšší, nebo hodnoty 36,0 °C a nižší a po dobu 30 minut neklesá/ nestoupá, je tento stav vyhodnocen také jako selhání metody. Pokud bude dítě v režimu servoregulace, servoregulace bude ukončena a dítě přejde do režimu manuální regulace.

6.2.2 Objektivita při získávání a hodnocení dat

Výběr volby metody probíhal vždy před porodem dítěte, a to na základě randomizace. Byly vytvořeny obálky určených gestačních týdnů, do kterých byly vloženy neprůhledné kartičky s oběma typy metody, tj. do jedné obálky (např. obálka pro děti narozené ve 30. gestačním týdnu) byly vloženy 3 kartičky s metodou manuální regulace a 3 kartičky s metodou servoregulace v náhodném pořadí.

Výzkumu se účastnily všechny sestry pracující na oddělení. O určení ošetřující sestry rozhodla dle aktuálního stavu na oddělení vedoucí sestra směny. Ošetřující sestra pak z odpovídající obálky vybrala jednu z kartiček a po jejím otevření zjistila, jakou metodou bude novorozenci teplota regulována.

Pro nezávislé hodnocení dat jsem využila statistické zpracování dat.

6.2.3 Analýza dat

Statistická analýza byla provedena pomocí softwaru IBM SPSS Statistics 19. Data byla analyzována pomocí deskriptivní statistiky a neparametrických testů. Pro porovnání závislých proměnných v jednotlivých skupinách byl použit Pearsonův Chí-kvadrát test nezávislosti, pro srovnání numerických proměnných (celkové doby pod normu a nad normu) byl použit Mann-Whitney test. Všechny p-hodnoty jsou počítány na hladině významnosti 0,05. Hodnoty $> 0,05$ jsou statisticky nevýznamné, hodnoty $\leq 0,01$ jsou velmi signifikantní.

Číselná data jsou vyjádřena v přehledných kontingenčních tabulkách, vytvořených v programu Microsoft Office Excel 2007, doprovázených popisem. Relativní četnost je uvedena na dvě desetinná místa. V popisech a grafech je relativní četnost zaokrouhlena na čísla celá a to tak, že do 0,50 včetně jsou zaokrouhlena dolů a nad 0,50 jsou zaokrouhlena nahoru na celé číslo.

V tabulkách bylo použito značení charakteristik:

$$f_i = n_i / N$$

f_i – relativní četnost (vyjádřena v %)

n_i – absolutní četnost

N – celková četnost

Data jsou graficky vyjádřena pomocí histogramu, krabicového grafu nebo sloupcového grafu.

Histogram znázorňuje zastoupení dat pomocí sloupcového grafu se sloupci stejné šířky, přičemž výška sloupců vyjadřuje četnost sledované veličiny v daném intervalu. Gaussova křivka značí hustotu pravděpodobnosti.

Krabicový graf, neboli *boxplot*, slouží ke grafické vizualizaci numerických dat pomocí jejich kvartilů. Střední krabicová část diagramu je shora ohraničena 3. kvartilem, zespodu 1. kvartilem a mezi nimi se nachází linie vymezující medián (2. kvartil). Vertikální linie vycházející ze střední části diagramu nahoru a dolů vyjadřují variabilitu dat – minimum a maximum proměnné. Odlehlé hodnoty, tzv. *outliery*, jsou vykresleny jako jednotlivé body.

6.3 Etické aspekty výzkumu

Rozhodnutí o tomto výzkumu vzniklo mou snahou zlepšit péči o termomanagement nedonošených novorozenců a není ovlivněno zájmy žádné firmy, ani jsem za něj neobdržela žádný finanční obnos. Výzkum probíhal v souladu s etickými principy Norimberského kodexu a Úmluvy o lidských právech a biomedicíně. Stanovení veškerých podmínek pro provádění výzkumu jsem konzultovala s vedoucím lékařem oddělení, kde výzkum probíhal, a to tak, aby byla zachována vysoká kvalita péče o novorozence. Ochrana účastníků výzkumu byla zabezpečena přesným definováním selhání metody a stanovením pravidel, kdy se výzkum metody servoregulace ukončí tak, aby nemohlo dojít k poškození pacienta. Kontrolním mechanismem bylo měření tělesné teploty dětí digitálním teploměrem. Etická komise na základě předložených dokumentů posoudila výzkum jako bezpečný pro pacienta a schválila jeho aplikaci v praxi.

V rámci zajištění anonymity jsou z veškerých dokumentů odstraněny identifikační údaje zdravotnického zařízení a osob, které výzkum schvalovaly. Životopis, který byl součástí Žádosti etické komise, také není v příloze uveden. Originály dokumentů jsou k dispozici. Ve statistické tabulce nejsou uvedena jména novorozenců a novorozenci jsou označeni pouze čísly, tj. novorozenec 1–47.

6.4 Organizace a průběh výzkumu

Výzkumná studie probíhala v jednom z perinatologických center na Oddělení resuscitační a intenzivní péče o novorozence, v době od 1. listopadu 2015 do 29. února 2016.

6.4.1 Přípravná fáze

Zahájení studie předcházela konzultace se specialistkou pro neonatologickou péči v Německu, paní Petrou Heep. Petra Heep byla jednou z osob provádějících studii

zaměřenou na výzkum servoregulace, která probíhala v roce 2006 na klinice v Mannheimu. Během tohoto rozhovoru jsem si ověřila některé klíčové body týkající se mého výzkumu, zejména nastavení cílové teploty pokožky novorozence v závislosti na porodní hmotnosti a umístění teplotního čidla v axile. Dále jsem absolvovala statistickou konzultaci na Katedře pravděpodobnosti a matematické statistiky při Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Výsledkem tohoto sezení byla dohoda na stanovení přesné definice pro selhání metody a doporučení randomizace studie.

Dalším krokem bylo podání žádosti o umožnění výzkumného šetření Hlavní sestře nemocnice, viz Příloha B. Po získání jejího souhlasu jsem se s další žádostí obrátila na Etickou komisi zdravotnického zařízení. Součástí Žádosti o vydání souhlasného stanoviska byla i Žádost o vyjádření k informovanému souhlasu rodičů, viz Příloha C. Etická komise udělila s prováděním studie souhlas a rozhodla, že není nutné získávat od rodičů informovaný souhlas, neboť se jedná o ošetrovatelský výzkum, který nezasahuje a neovlivňuje léčebnou péči o novorozence. S vedením pracoviště jsem se dohodla na technickém zabezpečení výzkumu, zejména na zajištění dostatečného množství teplotních a termistorových čidel a jejich fixace. Na oddělení byl pozván technik monitorovacího zařízení, který nainstaloval programy pro kontinuální uchovávání dat pacientů.

Pilotní studii na výzkum servoregulace jsem realizovala s pěti novorozenci, kde jsem si ověřila fungování servoregulace v režimu inkubátoru i otevřeného lůžka tak, abych byla schopná odpovídat na případné dotazy sester.

Vzhledem k tomu, že se výzkumu účastní všechny sestry pracující na Oddělení resuscitační a intenzivní péče o novorozence, bylo nutné vytvořit Manuál, podle kterého se sestry budou řídit a který bude po celou dobu realizace výzkumu na oddělení k dispozici, viz Příloha A. Manuál obsahuje podrobný postup a praktické poznámky pro obě metody regulace tělesné teploty, a také upozornění na možná alarmová hlášení inkubátoru, včetně jejich řešení. Součástí Manuálu je i telefonní kontakt na mou osobu pro možnost konzultace v případě nejasností během provádění výzkumu. Naše oddělení nemá s používáním servoregulace téměř žádné zkušenosti, proto jsem před začátkem výzkumu všechny sestry osobně zaškolila v používání této metody.

6.4.2 Realizace výzkumu v praxi

Před příjmem nezralého novorozence byla určena na základě náhodného výběru z určené obálky metoda regulace tělesné teploty. Dle typu metody bylo k inkubátoru v případě manuální regulace teploty připraveno pouze kožní teplotní čidlo, v případě servoregulace teplotní čidlo a termistorové čidlo. Příjem novorozence na porodním sále probíhal dle doporučení, viz Podmínky výzkumného šetření.

Manuální regulace tělesné teploty:

Při metodě manuální regulace byl na inkubátoru zvolen režim „Air“, kterému odpovídá ikona „ventilátor“. Byla nastavena příslušná vlhkost inkubátoru. Dítěti bylo hydrokoloidním krytím přifixováno čidlo v axile a druhý konec čidla připojen na monitor vitálních funkcí novorozence. Tělesná teplota novorozence byla regulována změnou nastavení teploty vzduchu v inkubátoru. Aktuální a nastavená teplota v inkubátoru se zobrazuje v dolní části displeje. Hodnota zobrazená většími číslicemi ukazuje aktuální teplotu vzduchu, hodnota zobrazená menšími číslicemi odpovídá nastavené teplotě vzduchu v inkubátoru. Pokud bylo potřeba pro určitý výkon zvednout celý horní kryt inkubátoru, bylo nutné také ručně nastavit procento výkonu topného tělesa. Při spuštění krytu inkubátoru musel být opět ručně potvrzen zvolený režim. Hodnota tělesné teploty novorozence a aktuální teplota v inkubátoru byla zaznamenávána každou hodinu do dokumentace dítěte.

Servoregulace tělesné teploty:

Byl-li zvolen režim servoregulace, bylo nutné navolit na inkubátoru režim „Baby“, který je vyjádřen ikonou „dítě“. Na inkubátoru se nastavila vlhkost a doporučená teplota pokožky dítěte, která se lišila v závislosti na porodní hmotnosti, viz tabulka v Příloze A. Do téže axily se hydrokoloidním krytím přichytilo teplotní a termistorové čidlo. Teplotní čidlo se zapojilo do monitoru dítěte, termistorové čidlo do konektoru 1 na přední straně inkubátoru. Hodnota v horní části displeje znázorňuje aktuální tělesnou teplotu dítěte, pod ní je nastavená teplota pokožky novorozence. V dolní části displeje pak je aktuální teplota vzduchu v inkubátoru.

6.5 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl získán metodou totálního výběru, byl tedy tvořen všemi předčasně narozenými novorozenci z kategorie velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců, kteří se narodili v době probíhajícího výzkumu. Jednalo se o novorozence narozené mezi 24. a 32. gestačním týdnem (tzn. v gestačním týdnu 24+0 až 32+6).

Důvodem pro výběr tohoto souboru novorozenců je předpokládaná vysoká míra termolability během prvních dnů, resp. týdnů života. Děti vyššího gestačního týdne nebyly do výzkumu zařazeny, protože mnohem lépe udržují stabilní tělesnou teplotu a nejsou tolik ohroženy teplotními výkyvy. Kritériem pro nezařazení dítěte do studie byl také porod mimo perinatologické centrum, a to z důvodu odlišných vstupních podmínek.

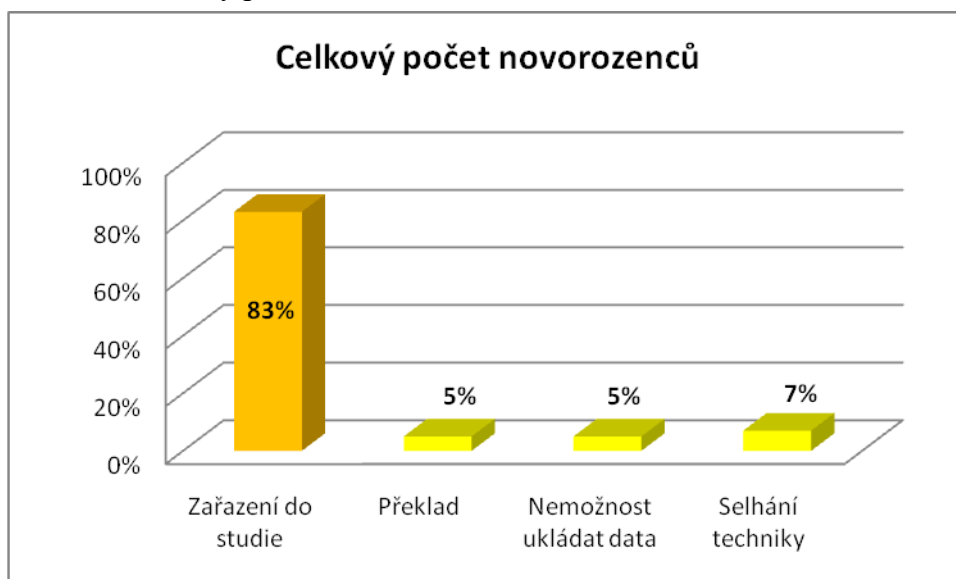
Během čtyř měsíců, kdy probíhal výzkum, bylo dle výše uvedených kritérií do výzkumu zahrnuto celkem 57 novorozenců (100 %). Tři novorozenci (5 %) byli následně vyřazeni z důvodu překladu na jiné pracoviště do 72 hodin od porodu, u třech novorozenců (5 %) nebyla možnost kontinuálně ukládat data a u dalších čtyř dětí (7 %) došlo k selhání

techniky a chybělo několik hodin dat ze záznamu. Celkový počet dětí, který po čištění dat tvoří výzkumný vzorek, je tedy 47 novorozenců (83 %), viz Tabulka č. 1.

Tabulka č. 1 Celkový počet novorozenců zařazených do výzkumu

POČET NOVOROZENCŮ	ni	fi [%]
Zařazení do studie	47	82,46%
Překlad na jiné pracoviště	3	5,26%
Nemožnost ukládat data	3	5,26%
Selhání techniky	4	7,02%
Celkem (N)	57	100,00%

Graf č. 1 Celkový počet novorozenců



Pro podrobnou charakteristiku zkoumaného souboru jsou níže uvedeny krabicové grafy (boxploty) s vyznačeným mediánem, histogramy a kontingenční tabulky. Dle statistické analýzy Chí-kvadrátovým testem **není mezi novorozenci zařazenými do skupiny *Manuál* (manuální regulace tělesné teploty) a *Servo* (servoregulace tělesné teploty) statisticky významný rozdíl v žádné ze zkoumaných proměnných**. U všech novorozenců byly sledovány proměnné, které mohou ovlivňovat teplotní stabilitu nedonošeného novorozence. Těmito proměnnými byly: gestační týden, porodní hmotnost, trofika, ventilace, oběhová stabilita, přítomnost či nepřítomnost infekce, dodržení standardní vlhkosti v inkubátoru.

Zastoupení jednotlivých novorozenců v závislosti na gestačním týdnu a zvolené metodě regulace tělesné teploty ukazuje Tabulka č. 2 a Tabulka č. 2. 1.

Tabulka č. 2 Počet novorozenců zařazených do metody manuální regulace a servoregulace

METODA	ni	fi [%]
Manuální regulace	24	51,06%
Servoregulace	23	48,94%
Celkem (N)	47	100,00%

Tabulka č. 2. 1 Zastoupení novorozenců dle jednotlivých gestačních týdnů (GT)

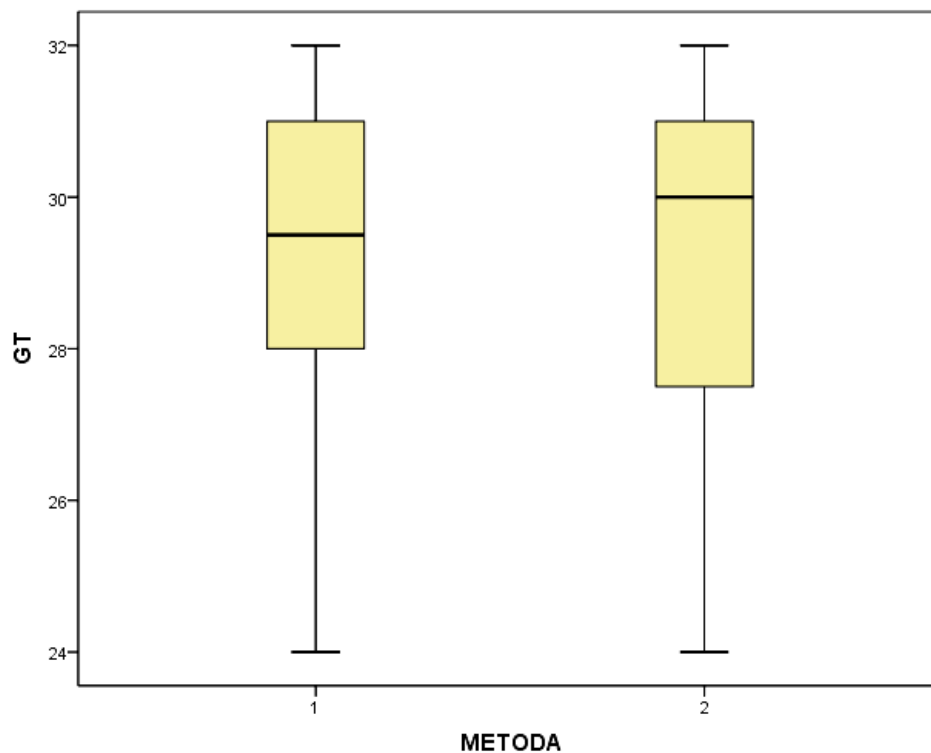
GESTAČNÍ TÝDEN	MANUÁL	SERVO	CELKEM	
			ni	fi [%]
24	2	3	5	10,64%
25	1	1	2	4,26%
26	0	0	0	0,00%
27	2	2	4	8,51%
28	4	2	6	12,77%
29	3	2	5	10,64%
30	4	3	7	14,89%
31	5	5	10	21,28%
32	3	5	8	17,02%
Celkem (N)	24	23	47	100,00%

Manuální metoda regulace tělesné teploty byla realizována celkem u 24 novorozenců (51 %), metoda servoregulace u 23 novorozenců (49 %).

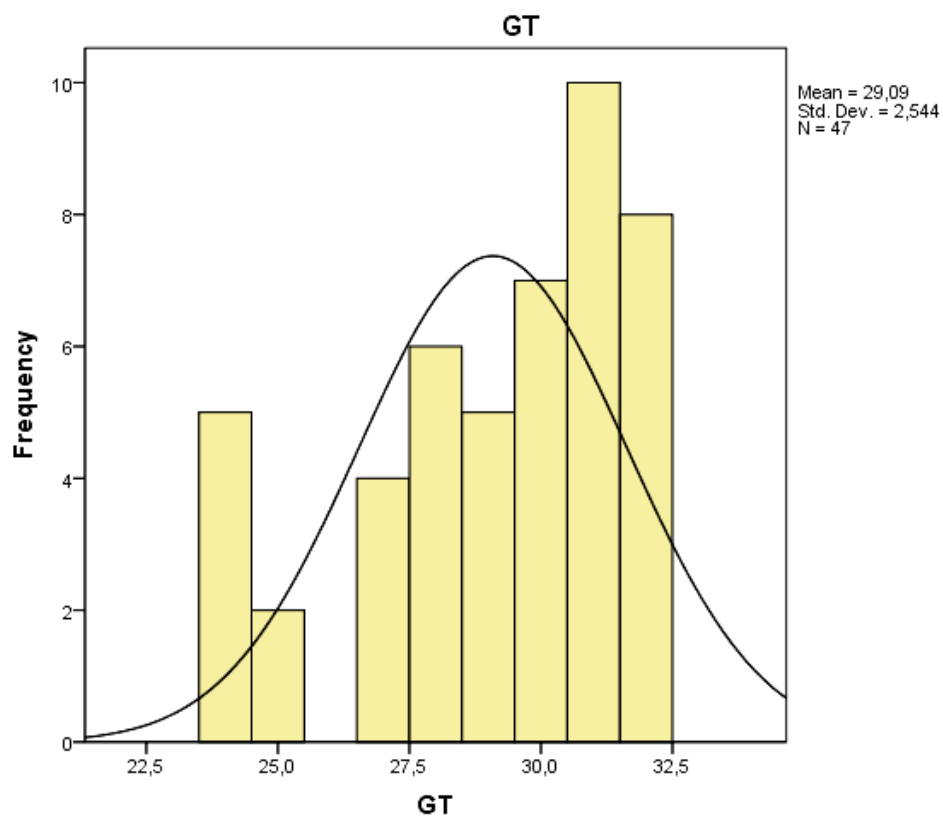
Nejvíce dětí (10) v obou zkoumaných skupinách bylo narozených ve 31. GT (21 %), 8 dětí bylo narozených ve 32. GT (17 %), 7 dětí (15 %) ve 30. GT, 6 dětí (13 %) ve 28. GT, 5 dětí (11 %) ve 29. a 24. GT a 4 děti (8 %) ve 27. GT. Nejméně zastoupenou skupinou byly 2 děti narozené ve 25. GT (4 %). Ve skupině 26. GT není ani jeden novorozenec.

Medián gestačního týdne u metody manuální regulace je 29,5 GT, průměr 29 GT, směrodatná odchylka $\pm 2,4$. U metody servoregulace je medián 30,0 GT, průměr 29 GT a směrodatná odchylka $\pm 2,8$.

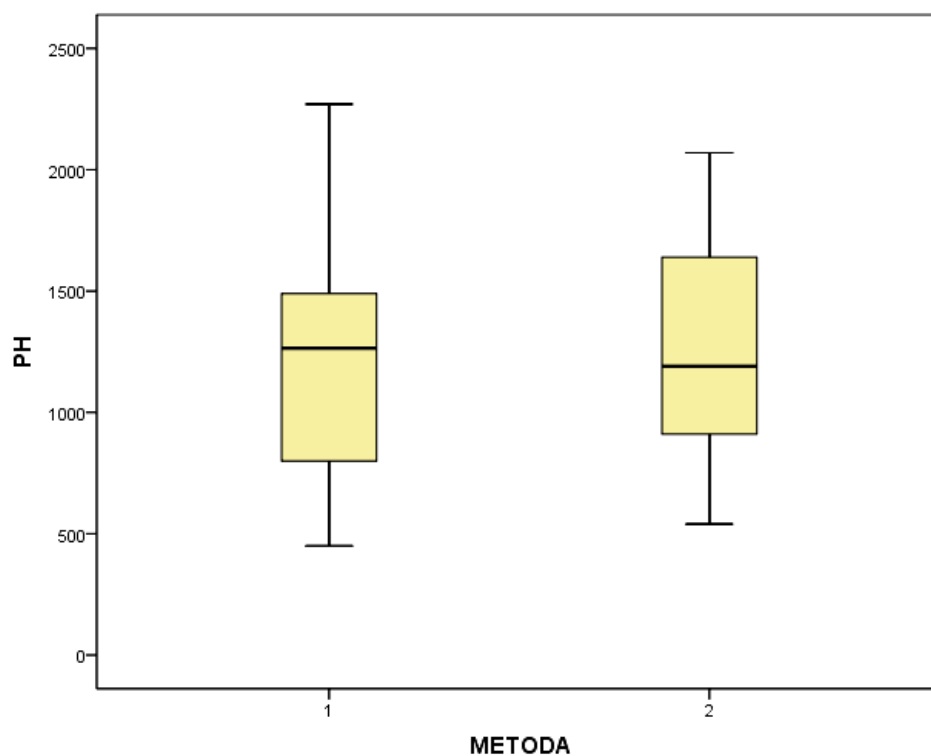
Graf č. 2 Gestační týden - Boxplot
(Číslo 1 znázorňuje manuální metodu, číslo 2 servoregulaci)



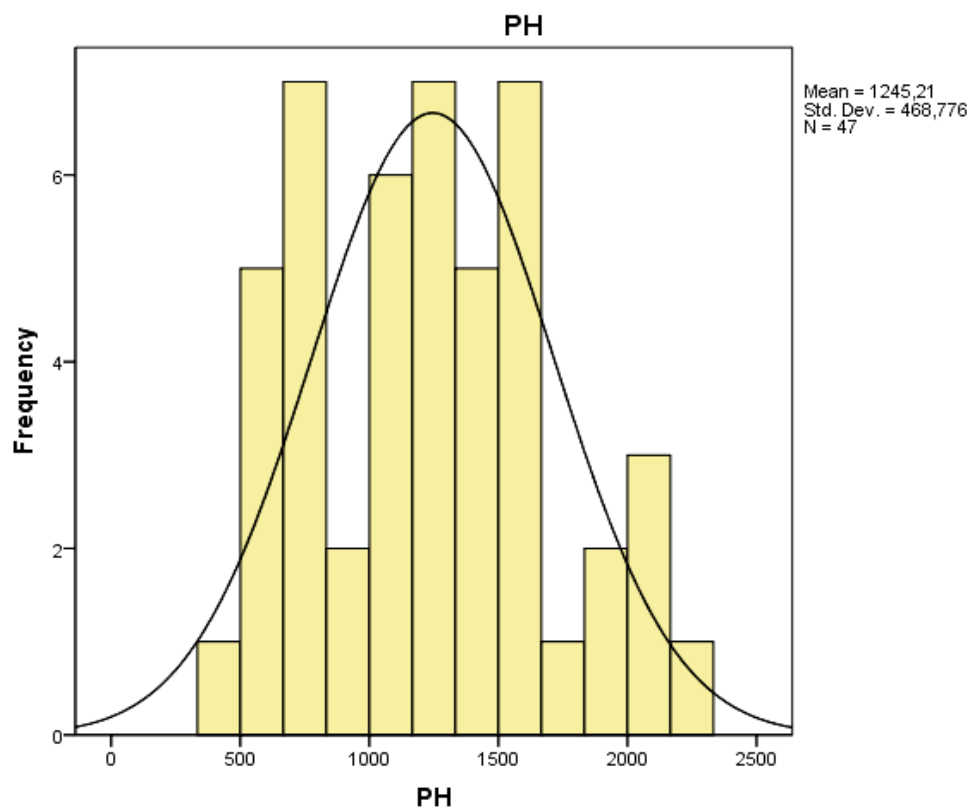
Graf č. 3 Gestační týden - Histogram



Graf č. 4 Porodní hmotnost (PH) novorozenců - Boxplot
(Číslo 1 znázorňuje manuální metodu, číslo 2 servoregulaci)



Graf č. 5 Porodní hmotnost (PH) novorozenců - Histogram



Metoda manuální regulace:

Medián porodní hmotnosti je 1265 g, průměr 1226 g, směrodatná odchylka ± 490 g.

Minimální PH 450 g, maximální PH 2270 g.

Metoda servoregulace:

Medián porodní hmotnosti je 1190 g, průměr 1266 g, směrodatná odchylka ± 456 g.

Minimální PH 540 g, maximální PH 2070 g.

6.6 Analýza výsledků

Výsledky empirického šetření jsou uvedeny podle jednotlivých cílů.

Cíl 1: Zjistit průměrnou celkovou dobu odchylky tělesné teploty mimo normu.

K tomuto cíli se vztahují 3 výzkumné otázky:

Otázka 1: *Jaká byla průměrná doba odchylky pod normu u metody manuální regulace a u servoregulace?*

Otázka 2: *Jaká byla průměrná doba odchylky nad normu u metody manuální regulace a u servoregulace?*

Otázka 3: *Jaká byla celková průměrná doba, kterou novorozenci trávili mimo rozmezí fyziologických hodnot?*

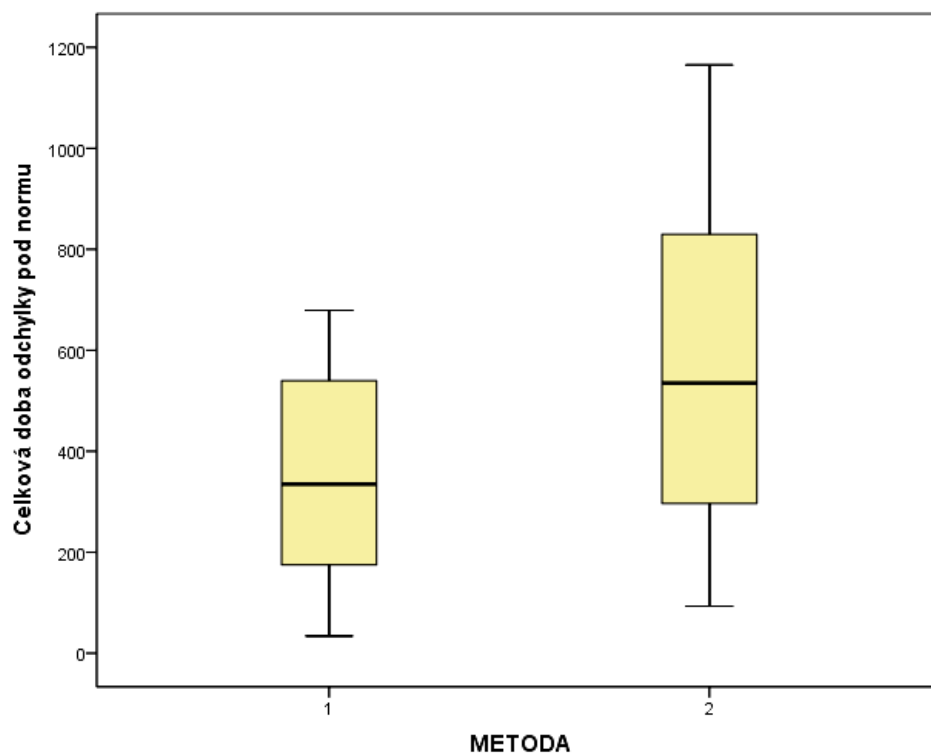
Tabulka č. 3 Celková doba odchylky pod normu
(hodnoty vyjádřeny v minutách)

CELK.DOBA ODCHYLKY POD NORMU	MANUÁL	SERVO	p-hodnota
Medián	335	535	0,013
Průměr	337	574	
95% interval spolehlivosti - DOLNÍ MEZ	251	432	
HORNÍ MEZ	423	717	
Směrodatná odchylka	204	330	
Minimum	34	93	
Maximum	679	1165	

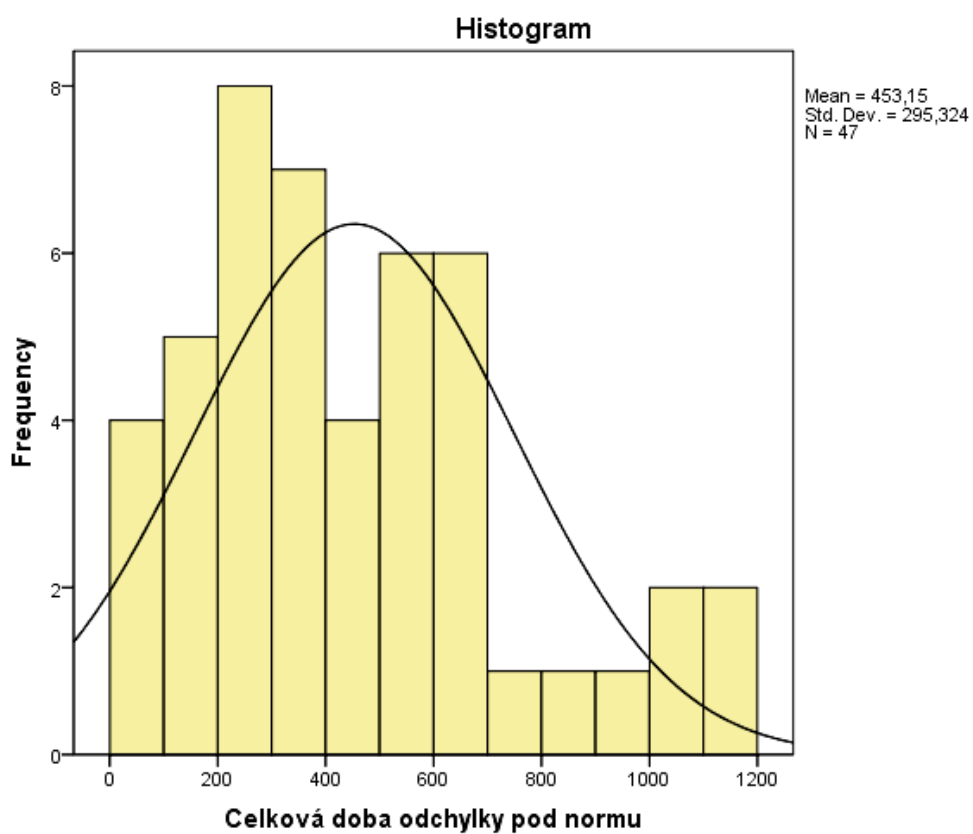
Průměrná celková doba strávená pod normu byla v případě manuální metody 337 minut, se směrodatnou odchylkou ± 204 . V případě servoregulace byla průměrná celková doba pod normu 574 minut, se směrodatnou odchylkou ± 330 . Minimální celkový čas strávený pod stanovenou normou 36,5 °C byl 34 minut v metodě manuální regulace a 93 minut v metodě servoregulace. Maximální celkový čas strávený pod normou byl 679 minut v metodě manuální regulace a 1165 minut v metodě servoregulace.

Na základě Mann-Whitney testu byl prokázán **statisticky významný rozdíl v celkové době odchylky pod normu**. P-hodnota 0,013 vyjadřuje významně vyšší dobu strávenou pod rozmezím fyziologických hodnot u metody servoregulace než u metody manuální regulace.

Graf č. 6 Celková doba odchyly pod normu – Boxplot
(Číslo 1 znázorňuje manuální metodu, číslo 2 servoregulaci)



Graf č. 7 Celková doba odchyly pod normu – Histogram



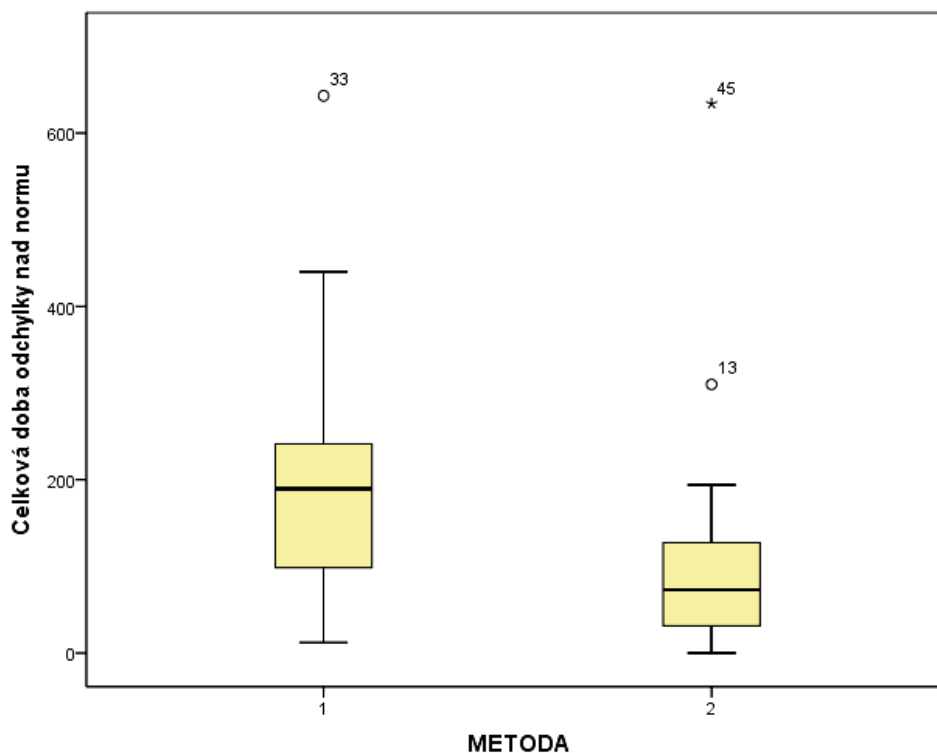
Tabulka č. 4 Celková doba odchyly nad normu (hodnoty vyjádřeny v minutách)

CELK.DOBA ODCHYLKY NAD NORMU	MANUÁL	SERVO	p-hodnota
Medián	190	73	0,003
Průměr	200	111	
95% interval spolehlivosti - DOLNÍ MEZ	142	53	
HORNÍ MEZ	257	169	
Směrodatná odchylka	135	135	
Minimum	12	0	
Maximum	643	634	

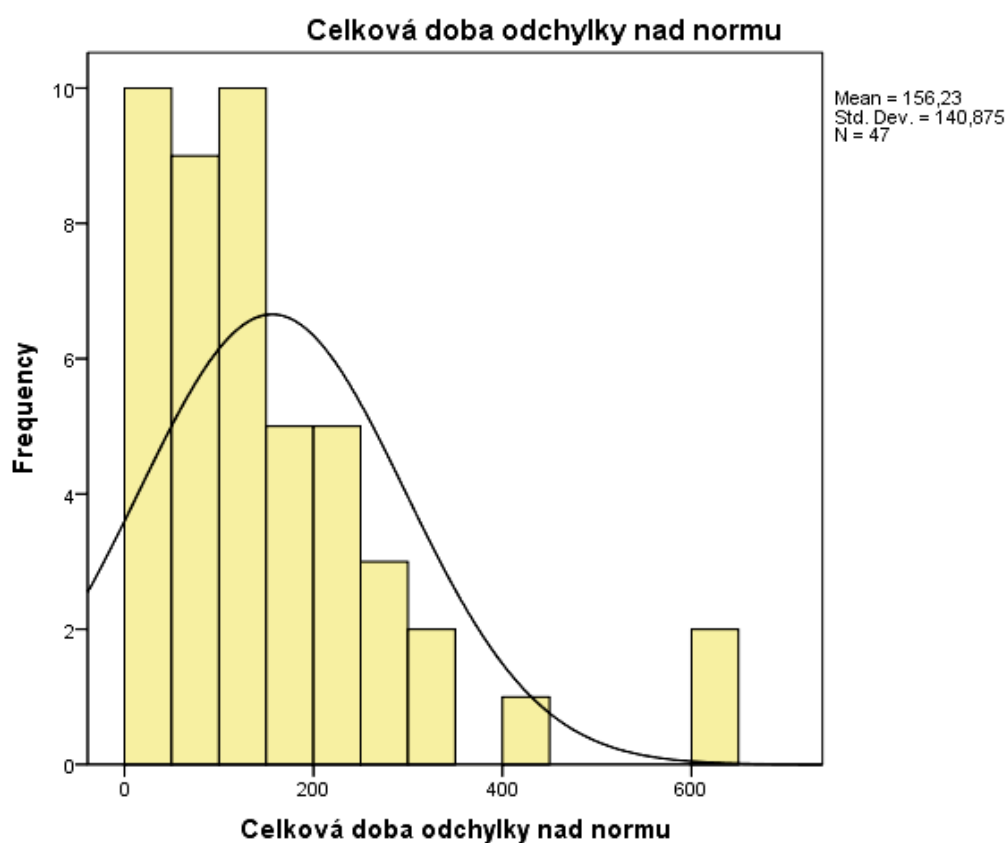
Průměrná celková doba, kterou novorozenci strávili nad hranicí stanovené normy, byla u manuální metody 200 minut, se směrodatnou odchylkou ± 135 minut, u metody servoregulace 111 minut, se směrodatnou odchylkou ± 135 minut. Minimální celkový čas strávený nad stanovenou normou 37,5 °C byl 12 minut v metodě manuální regulace a 0 minut v metodě servoregulace. Maximální celkový čas strávený nad normou byl 643 minut v metodě manuální regulace a 634 minut v metodě servoregulace.

Na základě Mann-Whitney testu byl prokázán **statisticky významný rozdíl v celkové době odchyly nad normu**. P-hodnota 0,003 vyjadřuje významně delší dobu strávenou nad rozmezím fyziologických hodnot u metody manuální regulace než u metody servoregulace.

Graf č. 8 Celková doba odchyly nad normu - Boxplot
(Číslo 1 znázorňuje manuální metodu, číslo 2 servoregulaci)



Graf č. 9 Celková doba odchyly nad normu - Histogram

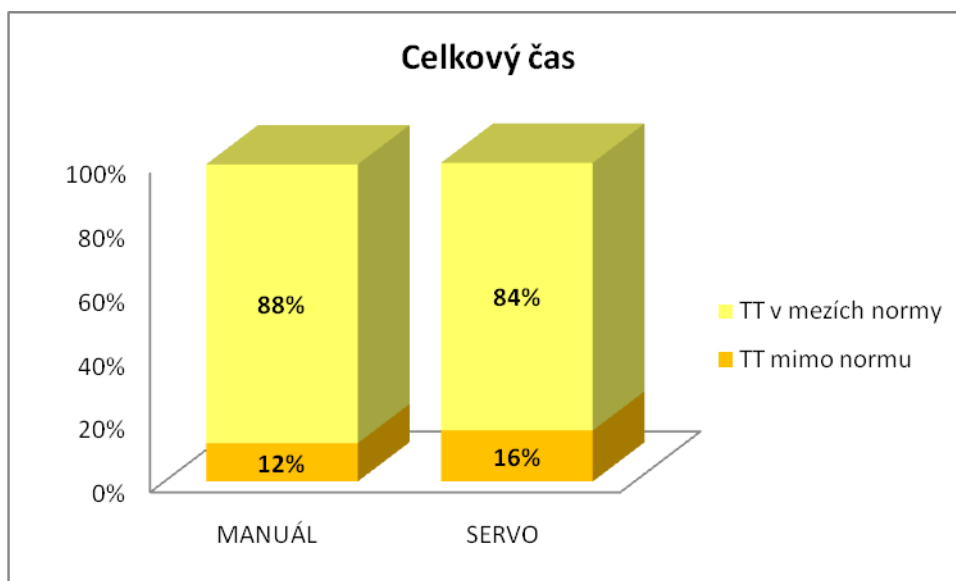


Tabulka č. 5 Průměrná celková doba odchyly

PRŮMĚRNÁ CELK. DOBA ODCHYLKY	MANUÁL	SERVO
Hypotermie	337	574
Hypertermie	200	111
Celkem (N)	537	685

Průměrná celková doba, kterou novorozenci strávili mimo hranice fyziologických hodnot, byla u manuální metody 537 minut, u metody servoregulace 685 minut.

Graf č. 10 Průměrná celková doba odchylky



Při manuální metodě strávili nedonošení novorozenci celkem 12 % (537 minut) z celkové zkoumané doby mimo rozmezí fyziologických hodnot (v hypotermii nebo hypertermii), při metodě servoregulace strávili 16 % (685 minut) celkového času mimo normu.

Cíl 2: Zjistit počet selhání obou metod regulace tělesné teploty.

Pro tento cíl jsem stanovila 4 výzkumné otázky:

Otázka 1: *Jaký je celkový počet selhání?*

Otázka 2: *Kolikrát během sledované doby došlo k selhání manuální regulace a kolikrát k selhání servoregulace?*

Otázka 3: *Došlo u některého pacienta k opakovanému selhání metody?*

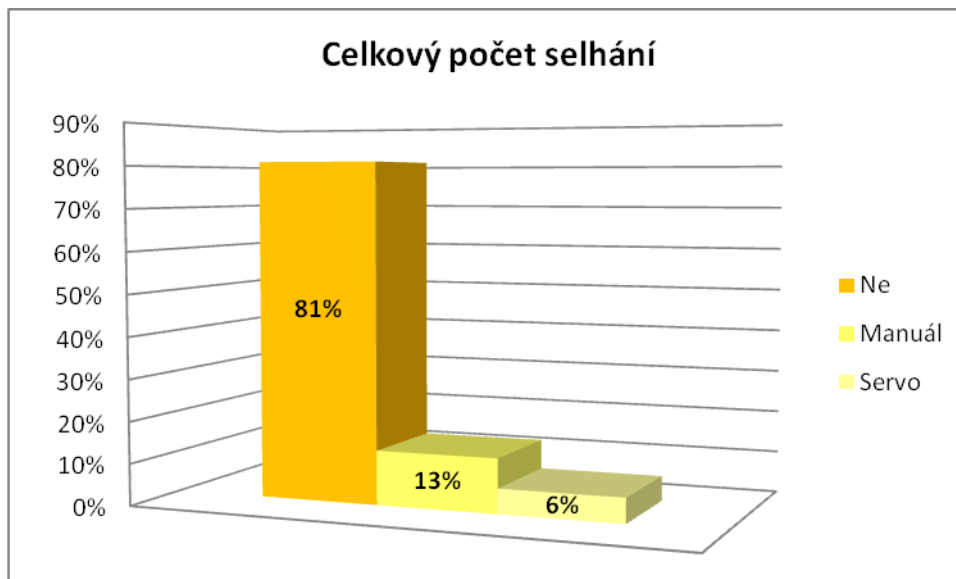
Otázka 4: *Liší se počet selhání v závislosti na gestačním věku nebo porodní hmotnosti?*

Tabulka č. 6 Celkový počet selhání

SELHÁNÍ METODY	ni	fi [%]	p-hodnota
NE	38	80,85%	
ANO	9	19,15%	
Celkem (N)	47	100%	0,328

Tato tabulka vyjadřuje procentuelní výčet úspěšnosti či neúspěšnosti termomanagementu nedonošených dětí, bez rozlišení jednotlivé metody. U 81 % novorozenců (38 dětí) nedošlo k selhání metody, v 19 % případů (9 dětí) došlo k selhání. Manuální metoda selhala celkem 6x (13 %), servoregulace 3x (6 %).

Graf č. 11 Celkový počet selhání

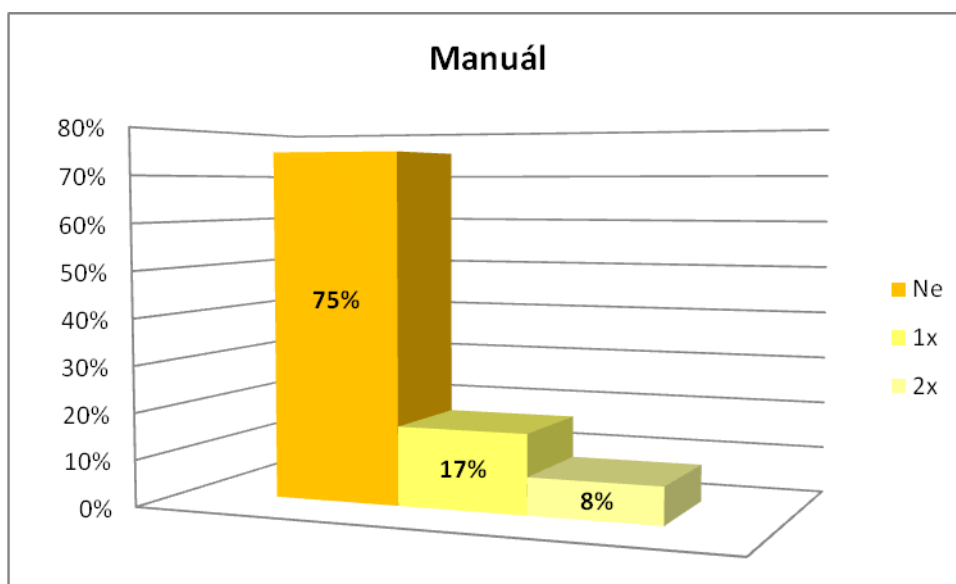


Tabulka č. 7 Počet selhání metody manuální regulace

POČET SELHÁNÍ - MANUÁL	ni	fi [%]
Metoda neselhala	18	75,00%
Selhala 1x	4	16,67%
Selhala 2x	2	8,33%
Celkem (N)	24	100,00%

Z celkového počtu 24 dětí (100 %) zařazených do metody manuální regulace tělesné teploty nedošlo k selhání metody u 18 dětí (75 %). Během sledované doby došlo u 4 pacientů (17 %) k jednomu selhání metody dle stanovené definice, u 2 pacientů (8 %) došlo 2x k selhání metody.

Graf č. 12 Počet selhání metody manuální regulace

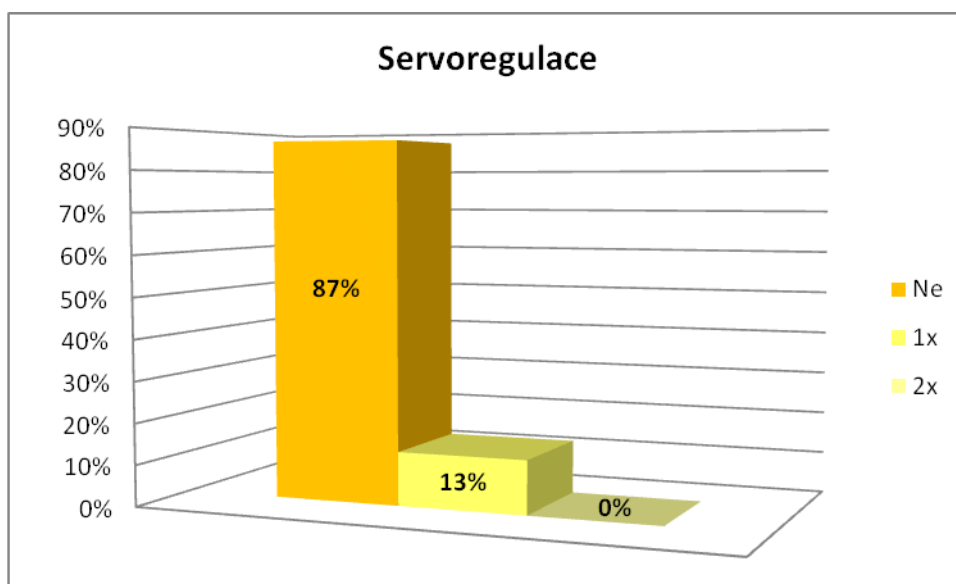


Tabulka č. 8 Počet selhání metody servoregulace

POČET SELHÁNÍ – SERVO	ni	fi [%]
Metoda neselhala	20	86,96%
Selhala 1x	3	13,04%
Selhala 2x	0	0,00%
Celkem (N)	23	100,00%

Z celkového počtu 23 dětí (100 %) zařazených do metody servoregulace tělesné teploty nedošlo k selhání metody u 20 dětí (87 %). K jednomu selhání metody dle určené definice došlo u 3 pacientů (13 %).

Graf č. 13 Počet selhání metody servoregulace



Na základě porovnání metod pomocí Chí-kvadrátového testu, při p-hodnotě 0,328, **není v počtu selhání** mezi manuální metodou a metodou servoregulace **statisticky významný rozdíl**.

Tabulka č. 9 Gestační týden ve vztahu k selhání

SELHÁNÍ METODY	GESTAČNÍ TÝDEN								
	24	25	26	27	28	29	30	31	32
NE	4	2	0	2	5	5	6	8	6
ANO	1	0	0	2	1	0	1	2	2
Celkem (N)	5	2	0	4	6	5	7	10	8

K selhání metody došlo u jednoho novorozence narozeného ve 24., 28. a 30. gestačním týdnu, u dvou novorozenců ve 27., 31. a 32. gestačním týdnu.

Tabulka č. 10 Porodní hmotnost ve vztahu k selhání

SELHÁNÍ METODY	PORODNÍ HMOTNOST			
	do 750 g	do 999 g	do 1499 g	nad 1500 g
NE	6	5	17	10
ANO	3	1	1	4
Celkem (N)	9	6	18	14

Z celkového počtu 9 dětí, u kterých došlo k selhání metody regulace tělesné teploty, byly 3 děti ve skupině novorozenců s neuvěřitelně nízkou porodní hmotností (do 750 g), 1 novorozenec ve skupině novorozenců s extrémně nízkou porodní hmotností (do 999 g), 1 novorozenec s porodní hmotností do 1499 g a 4 novorozenci s porodní hmotností nad 1500 g.

Cíl 3: Zjistit typ selhání obou metod regulace tělesné teploty.

K tomuto cíli se vztahují 2 výzkumné otázky:

Otázka 1: *Byla důvodem selhání manuální regulace hypotermie nebo hypertermie, resp. horečka?*

Otázka 2: *Byla důvodem selhání servoregulace hypotermie nebo hypertermie, resp. horečka?*

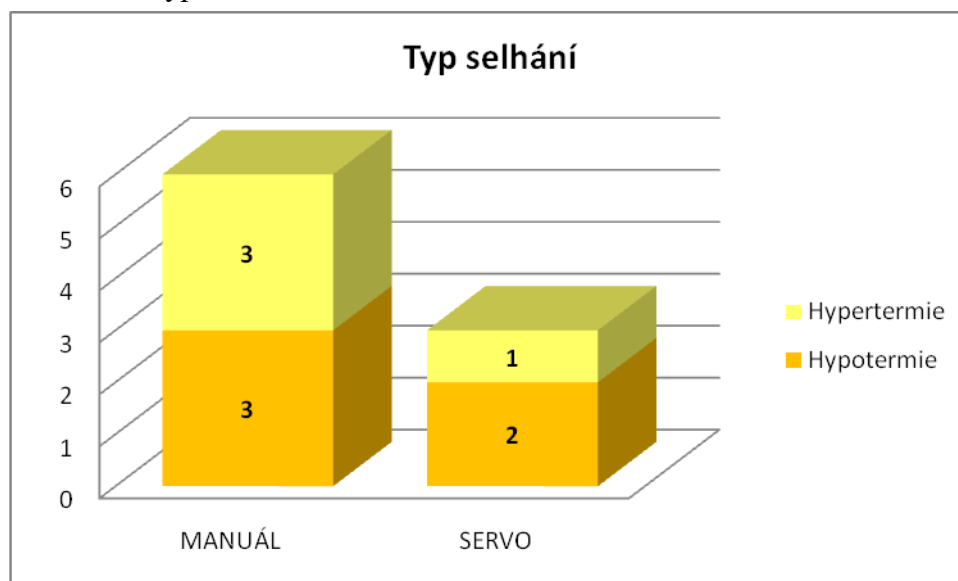
Tabulka č. 11 Typ selhání

TYP SELHÁNÍ	MANUÁL	SERVO	celkem fi [%]	p-hodnota
Hypotermie	3	2	55,56%	
Hypertermie	3	1	44,44%	
Celkem (N)	6	3	100,00%	0,635

Hypotermie, která trvala po dobu minimálně 120 minut, aniž by během této doby došlo k návratu tělesné teploty do fyziologického rozmezí, byla příčinou selhání metody u 3 dětí zařazených v manuální metodě a u 2 dětí zařazených v metodě servoregulace. Hypertermie byla příčinou selhání u 4 dětí – 3 novorozenci byli zařazeni v metodě manuální regulace a 1 novorozenec v metodě servoregulace.

Na základě porovnání metod pomocí Chí-kvadrátového testu, při p-hodnotě 0,635, **není v typu selhání** mezi manuální metodou a metodou servoregulace **statisticky významný rozdíl**.

Graf č. 14 Typ selhání



Cíl 4: Zjistit, zda jsou metody ovlivňovány dalšími proměnnými.

K tomuto výzkumnému cíli se vztahují tyto výzkumné otázky:

Otázka 1: *Ovlivňuje metodu manuální regulace nebo servoregulace ventilační podpora novorozence?*

Otázka 2: *Ovlivňuje metody oběhová nestabilita dítěte?*

Otázka 3: *Jaký vliv má přítomnost či nepřítomnost infekce na fungování metod?*

Otázka 4: *Jaký vliv má trofika?*

U všech proměnných jsem zkoumala jejich případnou souvislost se selháním metody. První tabulka ukazuje počet dětí ve vztahu ke zkoumané proměnné, druhá tabulka je výčet odchylek od standardu ve vztahu k selhání metody.

Tabulka č. 12 Ventilační podpora

VENTILACE	MANUÁL	SERVO	celkem fi [%]	p-hodnota
Ne	0	3	6,38%	
Ano	24	20	93,62%	
celkem (N)	24	23	100,00%	0,067

94 % všech dětí vyžadovalo určitou formu ventilační podpory (nCPAP nebo umělou plicní ventilaci) - 24 dětí v manuální metodě, 20 dětí v metodě servoregulace. 3 novorozenci (6 %) nepotřebovali žádnou ventilační podporu a dýchali spontánně.

Tabulka č. 12. 1 Ventilační podpora ve vztahu k selhání

VENTILACE	ni	celkem fi [%]	p-hodnota
Bez vent. podpory celkem	3	100,00%	
Z toho selhání	0	0,00%	
Celkem (N)	3	-	0,384

V tomto výzkumu se **neprokázala souvislost** mezi ventilační podporou a selháním metody.

Tabulka č. 13 Oběhová stabilita

OBĚHOVÁ STABILITA	MANUÁL	SERVO	celkem fi [%]	p-hodnota
Ne	4	1	10,64%	
Ano	20	22	89,36%	
celkem (N)	24	23	100,00%	0,171

Celkem 5 novorozenců (11 %) z celého vzorku bylo oběhově nestabilních, z toho 4 novorozenci byli v manuální metodě a 1 novorozenec v metodě servoregulace. Ostatních 44 dětí (89 %) bylo oběhově stabilních v průběhu prvních 72 hodin po porodu a nevyžadovaly podporu oběhu katecholaminy nebo volumoterapii.

Tabulka č. 13. 1 Oběhová stabilita ve vztahu k selhání

OBĚHOVÁ STABILITA	ni	celkem fi [%]	p-hodnota
Oběh. nestabilita celkem	5	100,00%	
Z toho selhání	2	40,00%	
Celkem (N)	5	-	0,210

Z celkového počtu 5 dětí, které byly oběhově nestabilní, došlo u dvou novorozenců k selhání metody manuální regulace nebo servoregulace. **Nebyla prokázána statisticky významná souvislost.**

Tabulka č. 14 Infekce

INFEKCE	MANUÁL	SERVO	celkem fi [%]	p-hodnota
Nepotvrzená	20	19	82,98%	
Pravděpodobná	0	0	0,00%	
Potvrzená	4	4	17,02%	
celkem (N)	24	23	100,00%	0,947

Vysoké zánětlivé markery novorozence a pozitivní výsledek hemokultury potvrdil infekci u 8 dětí (17 %), v obou skupinách shodně u 4 dětí. Ostatních 39 novorozenců (83 %) nejevilo známky infekce v době sledování.

Tabulka č. 14. 1 Infekce ve vztahu k selhání

INFEKCE	ni	celkem fi [%]	p-hodnota
Potvrzená infekce celkem	8	100,00%	
Z toho selhání	1	12,50%	
Celkem (N)	8	-	0,600

Z celkového počtu 8 dětí, u kterých byla potvrzena infekce, nedošlo u 7 z nich k selhání metody. P-hodnota vyjadřuje **statisticky nevýznamnou souvislost** infekce se selháním metody.

Tabulka č. 15 Trofika

TROFIKA	MANUÁL	SERVO	celkem fi [%]	p-hodnota
Norma	19	21	85,11%	
IUGR	4	2	12,77%	
Hypertrof	1	0	2,13%	
celkem (N)	24	23	100,00%	0,418

Celkem 40 novorozenců (85 %) bylo normotrofních, jejich porodní hmotnost tedy odpovídala gestačnímu věku. 6 novorozenců (13 %) bylo hypotrofních (IUGR), 4 novorozenci byli zařazeni v manuální metodě a 2 novorozenci v metodě servoregulace. 1 novorozenec (2 %) z celého vzorku byl hypertrofní, a měl tedy vyšší porodní hmotnost, než odpovídá gestačnímu věku.

Tabulka č. 15.1 Trofika ve vztahu k selhání

TROFIKA	ni	celkem fi [%]	p-hodnota
IUGR nebo hypertrof	7	100,00%	
Z toho selhání	3	42,86%	
Celkem (N)	7	-	0,066

Z celkového počtu 7 novorozenců, kteří měli jinou porodní hmotnost, než odpovídá gestačnímu věku, došlo u 3 z nich k selhání metody manuální regulace nebo servoregulace. Trofika je na **hranici statistické významnosti** vzhledem k selhání.

Tabulka č. 16 Standardní vlhkost

STANDARDNÍ VLHKOST	MANUÁL	SERVO	celkem fi [%]	p-hodnota
Ne	0	0	0,00%	
Ano	24	23	100,00%	
celkem (N)	24	23	100,00%	-

Ve všech případech (100 %) byla dodržena standardní vlhkost v inkubátoru s ohledem na gestační stáří, dle nastavených podmínek. Z tohoto důvodu nemohl být zkoumán případný vliv vlhkosti na selhání metody.

Tabulka č. 17 Závislost jednotlivých proměnných při manuální regulaci a servoregulaci

MANUÁL	VENTILACE	TROFIKA	OBĚH.STAB.	INFEKCE	POČET SELH.
NVR 1	ANO	IUGR	ANO	NE	1
NVR 2	ANO	NORMA	ANO	NE	1
NVR 3	ANO	HYPERTROF	ANO	NE	1
NVR 4	ANO	NORMA	NE	ANO	2
NVR 5	ANO	NORMA	ANO	NE	1
NVR 6	ANO	IUGR	NE	NE	2

U čtyř z šesti novorozenců v metodě manuální regulace byl přítomen jeden nebo více faktorů, které mohly mít vliv na selhání metody.

SERVO	VENTILACE	TROFIKA	OBĚH.STAB.	INFEKCE	POČET SELH.
NVR 1	ANO	NORMA	ANO	NE	1
NVR 2	ANO	NORMA	ANO	NE	1
NVR 3	ANO	NORMA	ANO	NE	1

Ani jeden z novorozenců, u kterých došlo k selhání metody servoregulace, neměl žádný přidružující faktor, který by mohl zhoršovat termolabilitu dítěte a vést k selhání metody.

7 Diskuse

Zavedení metody servoregulace do praxe a zkoumání jejího fungování u velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců v prvních 72 hodinách života považují za velmi významný a důležitý krok v péči o termomanagement nedonošených dětí. V žádném z dvanácti perinatologických center v České republice nebyla dosud metoda servoregulace tělesné teploty takto široce zkoumána. Výzkum probíhal čtyři měsíce, během kterých se podařilo vyzkoušet tuto metodu i u dětí narozených na hranici životaschopnosti, a porovnat ji se standardně používanou metodou manuální regulace tělesné teploty. Přinesl mnoho poznatků cenných pro další aplikaci v praxi. Tuto kapitolu věnuji diskuzi nad zjištěnými výsledky a porovnání s výsledky zahraničních publikací. Zaměřím se také na zamyšlení, jakými faktory mohly být výsledky studie ovlivněny, a popíši limity tohoto výzkumu.

Cílem 1 bylo zjistit průměrnou celkovou dobu odchylky tělesné teploty mimo normu.

Z výsledků této studie vyplývá, že nedonošení novorozenci jsou obecně mnohem více náchylní k hypotermii než k přehřátí. Toto zjištění zcela odpovídá teoretickým poznatkům uváděných v učebnicích neonatologie. Data ukazují velmi výrazné rozdíly v čase, který novorozenci strávili mimo normu, a také velmi výrazné rozdíly mezi oběma metodami. Zatímco k hypotermii docházelo více při metodě servoregulace, hypertermie se vyskytovala častěji u manuální metody.

Děti zařazené do metody manuální regulace tělesné teploty strávily v průměru pod fyziologickým rozmezím (tedy pod hranicí normy 36,5 °C) zhruba 5,5 hodin, což tvoří přibližně 8 % zkoumaného časového úseku. Toto číslo je relativně vysoké, ne vždy je však příčinou pochybení v termomanagementu. Z části je dáno také samotnou nezralostí dítěte a invazivitou výkonů, které jsou nutné k zajištění novorozence. V současné době díky mnoha znalostem a pokročilým technologiím již většinou není problém s udržením tělesné teploty na porodním sále, ani během transportu novorozence na oddělení. První vstupní teplota dítěte často bývá v normálním rozmezí, nebo jen lehce pod normou. Ani u jednoho novorozence v tomto výzkumu nebyla zjištěna středně těžká hypotermie pod 35,5 °C. Tyto výsledky dokazují účinnost opatření, která se stala součástí doporučených postupů pro resuscitaci a ošetřování novorozenců na porodním sále. Jako velmi účinný prostředek pro snižování incidence hypotermie se osvědčilo u velmi nezralých novorozenců použití polyetylenové fólie. Problematickými situacemi z hlediska termomanagementu se zdají být především ošetrovatelské a léčebné úkony prováděné na jednotce intenzivní péče v průběhu dalších hodin života dítěte. Je nutné si uvědomit, že každý výkon, který u nezralého novorozence provádíme, ohrožuje novorozence hypotermií. Důležité je respektovat individualitu novorozence a výkony, které nejsou akutní, provést s ohledem na

tělesnou teplotu dítěte. V současné době je snahou po příjmu novorozence provést pouze základní zajištění a s dalšími výkony počkat, až bude mít dítě normální tělesnou teplotu. Podrobnější lékařské vyšetření a kanylace periferní nebo centrální žíly je často provedeno ve druhé fázi zajištění novorozence. Velké možnosti ovlivnění termostability dítěte a prevence hypotermie vidím především ve zvýšení teploty v inkubátoru před plánovaným výkonem, používání tepelné clony během manipulace s dítětem a krytí ostatních částí těla.

Statisticky významný rozdíl byl prokázán u metody servoregulace, zde novorozenci strávili v hypotermii průměrně 9,5 hodin (13 %), což odpovídá zhruba 1/7 celkového času. Opakovaným problémem, který se vyskytl při používání servoregulace tělesné teploty inkubátorem, bylo nedostatečné reagování inkubátoru na nízkou teplotu dítěte. Stávalo se, že dítě mělo teplotu v axile 36,3 nebo 36,4 °C a inkubátor nespustil termostat na vyšší výkon a udržoval teplotu v inkubátoru na stejné výši. Díky tomu se dítě drželo těsně pod hranicí fyziologického rozmezí, ale jeho teplota dále neklesala, nedošlo tedy ke splnění definice selhání metody a dítě nebylo vyřazeno. Během provádění studie se nepodařilo objasnit tento problém a toto zjištění bude námětem dalších diskuzí s dodavatelem inkubátorů.

Hypertermie nedonošených dětí je, s výjimkou dětí v infekčním stavu, nejčastěji způsobena špatným termomanagementem ošetřujícího personálu. Pokud se jednalo o manuální metodu regulace tělesné teploty, nedonošení novorozenci strávili nad hranicí fyziologických hodnot (tedy nad 37,5 °C) průměrně 3 hodiny a 20 minut, což odpovídá 4,5 % celkového měřeného času. Nejčastější příčinou bylo chybné nastavení vstupní teploty v inkubátoru, kdy nebyly respektovány odlišnosti zralosti kůže mezi velmi nezralými novorozenci a dětmi, které se svou porodní hmotností blížily k hranici středně nezralých dětí. Další příčinou byla pozdní reakce na rychle stoupající tělesnou teplotu novorozence po ukončení výkonu. Aby nedošlo k přehřátí novorozence, je nutné sledovat trend růstu teploty, a začít upravovat teplotu prostředí ještě v době, kdy tělesná teplota novorozence je stále ve fyziologických mezích. Tento způsob vedení termomanagementu však vyžaduje nejen dostatek času, který vzhledem k charakteru oddělení a vytíženosti ošetrovatelského personálu není možné vždy zajistit, ale také poměrně velké zkušenosti s termomanagementem u nezralých dětí.

Servoregulace tělesné teploty inkubátorem velmi dobře reagovala na stoupající teplotu dítěte, takže děti strávily v průměru necelé 2 hodiny nad hranicí normy (3 % celkového času). Při servoregulaci bylo shodně nejčastější chybou špatné nastavení vstupní teploty v inkubátoru. Standardem, který je všeobecně zažitý, je před příjmem dítěte nastavit teplotu v inkubátoru na 37 °C. Pokud se však narodil novorozenec kolem 30. a vyššího gestačního týdne, tato vstupní teplota byla pro něj příliš vysoká, a inkubátor nebyl schopný rychle snížit teplotu prostředí, aniž by nedošlo k přehřátí novorozence.

Celkový čas, který novorozenci strávili mimo rozmezí fyziologických hodnot, byl u manuální metody téměř 9 hodin z celkových 72 hodin. Tato celková doba, po kterou se novorozenci nacházeli v hypotermii nebo hypertermii, je zhruba o 2,5 hodiny nižší než doba strávená dětmi v metodě servoregulace (cca 11,5 hodin). Z hlediska celkového času výsledky jasně hovoří ve prospěch metody manuální regulace.

Musím přiznat, že celková doba, kterou novorozenci strávili mimo normu fyziologických hodnot, byla velkým překvapením. Domnívám se, že nikdo z ošetřujícího personálu neočekával, že hodnoty budou takto vysoké. Tento výzkum odhalil skutečnou míru termolability velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců v průběhu prvních hodin a dní po narození, která se rozkryla kontinuálním snímáním tělesné teploty novorozenců ve velmi krátkých intervalech.

Pokud však porovnáme pouze děti narozené v nejnižším a nejvyšším gestačním týdnu, zjistíme velmi podstatné rozdíly. Pro získání srovnatelné skupiny novorozenců jsem vzájemně porovnávala děti narozené ve 24. a 25. gestačním týdnu (7 dětí, skupina 1) s dětmi narozenými ve 32. gestačním týdnu (8 dětí, skupina 2). Zjistila jsem, že celková doba, kterou tráví novorozenci mimo normu ve skupině 1, je významně nižší při použití metody servoregulace, než při použití manuální metody (445 minut při metodě servoregulace oproti 820 minutám při manuální metodě). U skupiny 2 tomu bylo zcela naopak – novorozenci trávili mimo normu mnohem více času při použití metody servoregulace, než při použití manuální regulace teploty (860 minut při metodě servoregulace oproti 460 minutám při manuální metodě). Tento výsledek je dle mého názoru zcela zásadní pro použití v praxi. Ukazuje, že u nejmenších dětí je vhodnější použití servoregulace a u větších dětí metoda manuální regulace.

Velmi důležitým momentem bylo objevení podstatného rozdílu v posuzování teplotní stability dítěte při sledování trendů tělesné teploty v různých časových intervalech. Během výzkumu sestry do ošetřovatelské dokumentace zaznamenávaly každou hodinu tělesnou teplotu dítěte. Zatímco dle záznamů sester tělesná teplota jen mírně kolísala a dítě se zdálo být relativně teplotně stabilní, detailní záznam dat z monitoru ukázal desítky minut trvající výchylky teploty, závislé především na ošetřovatelské činnosti. Na tomto místě bych proto chtěla velmi zdůraznit potřebu kontinuálního monitoringu tělesné teploty, správného nastavení limitů alarmů a obrovskou výhodu zobrazení aktuální tělesné teploty na centrální monitorovací stanici.

Cíl 1 byl splněn.

Cílem 2 bylo *zjistit počet selhání obou metod regulace tělesné teploty*.

Celkový počet selhání dosáhl 19 %. U každého pátého novorozence zařazeného do výzkumu tedy došlo k selhání termomanagementu. Tyto výsledky jsou alarmující, a i když je nutné přihlídnout k velké nezralosti nedonošených novorozenců, poukazují na stále velké rezervy v péči o tělesnou teplotu takto nezralých novorozenců. Vzhledem k tomu, že sestry převážně preferovaly používání manuální metody regulace tělesné teploty, jsem předpokládala zejména menší počet selhání této metody. Celkový počet 6 selhání z 24 dětí u manuální metody ukazuje 25% neúspěšnost lidského faktoru. Naopak metoda servoregulace se třemi selháními se zdá být jako vhodnější metoda v četnosti selhání.

Po zjištění výsledků jsem znovu nahlížela do dokumentace dětí a svou pozornost zaměřila na období, kdy došlo k selhání jedné nebo druhé metody. Mou snahou bylo najít případnou souvislost mezi péčí o novorozence a selháním metody. Zejména u manuální metody byl pokles tělesné teploty častěji spojený s invazivním výkonem. Za zcela ukázkový považuji případ jednoho extrémně nedonošeného novorozence, u kterého selhala metoda manuální regulace 2x během sledované doby. Při zpětném studiu dokumentace jsem zjistila, že první selhání bylo spojeno s intubací dítěte, a ke druhému došlo o 9 hodin později při nutné reintubaci a napojení dítěte na vysokofrekvenční ventilaci. Ačkoli se zdá, že provedení endotracheální intubace je poměrně krátkodobý výkon, v případě velmi nezralých novorozenců může být příčinou hypotermie, která přetrvává i dlouhou dobu po ukončení výkonu. Tento případ dokládá naprostou shodu s poznáním francouzského lékaře Deguinese. Ten v roce 2013 zveřejnil výsledky studie, ve kterých uvádí, že endotracheální intubace je výkon, který je v největší míře odpovědný za hypotermii novorozence.

Velmi zajímavé bylo zjištění, že ačkoli novorozenci trávili v případě metody servoregulace v hypotermii mnohem delší dobu, méně často u nich docházelo k selhání metody. Na základě tohoto výzkumu jsem dospěla k závěru, že servoregulace dobře a lépe než manuální metoda funguje v okamžicích manipulace s dítětem, kdy dochází k větším teplotním výkyvům termoneutrálního prostředí inkubátoru. Naopak problémy se vyskytují zejména v období mimo manipulaci. Bylo prokázáno, že pokud dojde k poklesu tělesné teploty dítěte u manuální regulace teploty v inkubátoru, je tento pokles mnohem vyšší než při servoregulaci a často vede až k selhání metody.

Při analýze dat nebyl mezi metodami nalezen statisticky významný rozdíl v počtu selhání. Příčinou neprokázané významnosti byl pravděpodobně malý vzorek pacientů, u kterých došlo k selhání metody. Vezmeme-li v úvahu, že počet selhání manuální metody byl o polovinu vyšší než u metody servoregulace, je vysoce pravděpodobné, že pokud by s narůstajícím počtem pacientů platila přímá úměra selhání, rozdíl by se stal statisticky významný.

Porovnávala jsem také počet selhání v závislosti na gestačním týdnu a porodní hmotnosti. Zde se zcela automaticky nabízí domněnka, že k selhání metody bude, díky větší nezralosti všech tělesných systémů, častěji docházet u dětí narozených v nižším gestačním týdnu. Dle výsledků této studie však vyplývá, že gestační týden novorozence nemá na četnost selhání vliv. K selhání metody docházelo obdobně často u dětí nad 30. týden těhotenství jako u dětí extrémně nedonošených. Uvedení prostého počtu selhání u jednotlivých gestačních týdnů může být zavádějící, a nelze ho interpretovat bez souvislosti s celkovým počtem dětí narozených v určitém týdnu. Bez tohoto porovnání se tak na první pohled může zdát, že u vyšších gestačních týdnů je vyšší četnost selhání. Vezmeme-li však v úvahu celkový počet novorozenců narozených v konkrétním týdnu těhotenství, dostaneme se na podobnou četnost selhání, která se pohybuje nejčastěji kolem 20 % (vyjma dětí narozených ve 27. týdnu těhotenství, kde dosáhla 50% četnosti).

Velmi zajímavé výsledky vyplynuly z porovnání porodní hmotnosti a jejího vztahu k selhání metody. Pro větší přehlednost byli novorozenci rozděleni do čtyř kategorií. K největšímu počtu selhání došlo v první skupině, kterou tvoří novorozenci s neuvěřitelně nízkou porodní hmotností (ILBW, tedy s porodní hmotností do 750 g). V této skupině bylo 9 novorozenců, u 3 z nich došlo k selhání metody. Druhou skupinou s velkým počtem selhání byla skupina novorozenců s porodní hmotností nad 1500 g, ve které došlo k 4 selháním z celkového počtu 14 novorozenců. Dá se tak říci, že z hlediska porodní hmotnosti jsou selháním nejvíce ohroženi novorozenci s nejnižší a nejvyšší porodní hmotností, zatímco u dětí velmi nezralých (VLBW) a extrémně nezralých (ELBW), s hmotností mezi 750 g a 1499 g, byla incidence selhání významně nižší.

Tato studie tak ukazuje větší míru závislosti porodní hmotnosti na selhání metody než gestačního týdne.

Cíl 2 byl splněn.

Cílem 3 bylo *zjistit typ selhání*.

Ve svém výzkumném šetření jsem se zaměřila také na zjištění, zda příčinou selhání metody byla příliš nízká nebo příliš vysoká teplota novorozence. Hypotermie byla příčinou selhání celkem u 5 novorozenců, u dvou z nich však došlo k selhání metody dokonce dvakrát během sledované doby. V obou případech se jednalo o manuální metodu. Pokud bychom nepočítali jednotlivé novorozence, u kterých došlo k selhání, ale celkový počet selhání způsobených hypotermií, dostaneme se celkem na 7 případů selhání z důvodu hypotermie. Pětkrát selhala metoda manuální regulace (u 3 pacientů), dvakrát metoda servoregulace tělesné teploty.

Pokud se jedná o manuální regulaci tělesné teploty, je zde velké riziko, že při dlouhotrvajícím otevření inkubátoru dojde k výraznému poklesu teploty v inkubátoru a následně i k ochlazení dítěte. U předčasně narozeného novorozence nastává rychlý pokles tělesné teploty, který bez použití vhodných intervencí vede až k selhání metody. Ochlazení celého povrchu těla má vliv na ostatní fyziologické funkce novorozence a často vede ke zhoršení celkového zdravotního stavu. Nejvíce ovlivňuje respirační systém, při hypotermii dochází k prohloubení dyspnoe, zvýšeným nárokům na kyslík a vzniku apnoických pauz. Zde bych velmi ráda zmínila ještě jeden rizikový moment pro vznik hypotermie. Je jím odvykání dítěte od distenzní terapie (weaning nCPAP). Během doby weaningu dochází k vypnutí ventilátoru, ale i zvlhčovače ventilačního okruhu. Nezapnutí zvlhčovače, který směs plynů přiváděných k dítěti zároveň i ohřívá, při opětovném napojení dítěte na ventilátor, je hrubou chybou ošetřujícího personálu, která může vést k závažné hypotermii novorozence.

Hypertermie byla příčinou selhání také častěji u manuální metody, a to ve třech případech oproti jednomu selhání u metody servoregulace. Hypertermie je v případě manuální metody poměrně snadno ovlivnitelná ošetřujícím personálem, a proto se dá hovořit o pochybení sester, že dosáhla selhání. Při správně vedeném termomanagementu by neměla nastat situace, kdy tělesná teplota nedonošeného novorozence bude vysoká po dobu více než 120 minut. Znovu se zde potvrdil nedostatek pozornosti věnovaný péči o tělesnou teplotu.

Domnívala jsem se, že k selhání bude docházet častěji v prvních hodinách života, kdy je novorozenec vystavený velkému množství výkonů a vyšetření souvisejících s jeho zajištěním po porodu. Tento výzkum však ukázal zcela jiné výsledky. Pouze u třech novorozenců došlo k selhání během prvních 12 hodin života, v ostatních případech došlo k selhání nejčastěji v době mezi 36. a 48. hodinou, bez rozdílu metody.

Cíl 3 byl splněn.

Cílem 4 bylo *zjistit, zda jsou metody ovlivňovány dalšími proměnnými*.

Limitem pro posuzování vzájemné závislosti jednotlivých proměnných na selhání metody byl jistě malý vzorek selhání. Lze se jen dohadovat, zda by se některá z proměnných stala statisticky významným faktorem, ovlivňujícím teplotní stabilitu nedonošených novorozenců, při větším počtu selhání.

Nejméně vypovídající hodnotu měla ventilační podpora a vlhkost v inkubátoru. Díky zahrnutí pouze velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců do výzkumu vyžadovalo celkem 94 % dětí nějakou formu ventilační podpory, tedy umělou plicní ventilaci nebo nasální podporu CPAP. Toto vysoké procento je dáno jejich těžkou nezralostí plicního parenchymu a nedostatkem surfaktantu, látky snižující povrchové napětí plic. Zajímavým poznatkem pro mě byly výsledky studie lékařů z Hong Kongu (Lee and Lopez, 2002), kteří uvádí, že nastavení různé teploty na zvlhčovači nemá vliv na výslednou teplotu dítěte. Ve většině perinatologických center v České republice je u takto nezralých novorozenců standardem používat k ohřátí dýchacích cest teplotu 37-37,5 °C. Nelze tedy posoudit, zda by nastavení nižší teploty na zvlhčovači mělo vliv na tělesnou teplotu novorozenců. Doporučená vlhkost v inkubátoru byla dodržena u všech dětí. Dle mých zkušeností mohu souhlasit s tvrzením, že nastavení nižší vlhkosti, při zachování stejné teploty v inkubátoru, vede k poklesu tělesné teploty novorozence.

Dle výsledků došlo jen u 1 z 8 dětí, u kterých byla potvrzena infekce, k selhání metody. Tento výsledek mne velmi udivil, předpokládala jsem větší míru závislosti tělesné teploty na infekčním onemocnění dítěte, a nekoresponduje s poznatky uváděnými v literatuře.

Oběhová stabilita, resp. nestabilita se na selhání metody podílela větší měrou, vzhledem k malému počtu selhání však nedosáhla statistické významnosti. V tomto výzkumu bylo 5 novorozenců, kteří byli hypotenzní a vyžadovali léčebnou terapii k podpoře krevního oběhu. U dvou z nich došlo k selhání metody. Poměr závislosti oběhové nestability na selhání metody je tedy 2 : 9 selhání.

Výsledky ukázaly, že trofika má největší vliv na termolabilitu dítěte a jako přidružující faktor byla přítomna u 3 z 9 dětí, u kterých došlo k selhání. Tato hodnota se blíží hranici statistické významnosti a dá se předpokládat, že při větším vzorku novorozenců by se její statistická významnost potvrdila.

Při hledání závislosti proměnných na selhání metody jsem zjistila, že se u dvou novorozenců vyskytly dokonce dvě ze zkoumaných proměnných. Toto zjištění zvyšuje pravděpodobnost, že u novorozenců mají kromě termomanagementu, gestačního týdne a porodní hmotnosti vliv na selhání metody také další faktory.

Cíl 4 byl splněn.

Na základě výše uvedených výsledků jsem dospěla k závěru, že každá ze zkoumaných metod má své přednosti i nedostatky, a neexistuje jednoznačné doporučení pro použití pouze jedné metody. K tomuto názoru se přiklání i autoři v zahraničních publikacích, kteří často popisují termoregulaci tělesné teploty oběma metodami.

Hlavní výhodou manuální regulace tělesné teploty je možnost aktivního ovlivnění teploty prostředí ošetřujícím personálem. Nevýhodou je především větší a déletrvající pokles tělesné teploty během manipulace s dítětem, závislost metody na zkušenostech sester s termomanagementem těžce nezralých novorozenců a na nutnosti včasné reakce na měnící se teplotu prostředí.

Slabinu metody servoregulace vidím v nutnosti dokonalé a trvalé fixace termistorového čidla a v občasné nespolehlivosti metody. Velkou výhodou je rychlá a automatická reakce inkubátoru na měnící se kožní teplotu dítěte v režimu inkubátor i v režimu otevřené vyhřevné lůžko.

V rámci jednotlivých zkoumaných cílů se preference pro užití jedné nebo druhé metody liší. Následující tabulka shrnuje nejdůležitější výsledky studie z hlediska porovnání „vhodnější“ metody.

Tabulka č. 18 Preference metody

PREFERENCE METODY	MANUÁL	SERVO
Celková doba pod normu	ano	
Celková doba nad normu		ano
Celkový čas (pod i nad normu)	ano	
LBW	ano	
ILBW		ano
Počet selhání		ano

Celková doba, kterou novorozenci strávili v hypotermii, byla nižší při manuální metodě, naopak hypertermií byli novorozenci méně ohroženi při servoregulaci. Celkový čas, po který byli novorozenci v teplotním rozmezí mimo normu 36,5 – 37,5 °C, byl kratší u manuální metody, přesto při této metodě docházelo častěji k selhání metody.

Z hlediska porodní hmotnosti se dle výsledků výzkumu jeví pro novorozence s neuvěřitelně nízkou porodní hmotností (ILBW) jako vhodnější metoda servoregulace, u dětí s porodní hmotností nad 1500 g (LBW) metoda manuální regulace.

Na základě zkušeností s fungováním metody servoregulace se domnívám, že tato metoda by měla lépe fungovat také během operačního výkonu. Porovnání metod manuální regulace a servoregulace během operačního výkonu by mohlo být námětem dalšího výzkumného šetření.

Zkušenosti se zavedením metody servoregulace do praxe:

Na tomto místě je třeba říci, že zavedení nové metody do ošetřování velmi nezralých novorozenců bylo i přes dlouhou přípravu poměrně náročné, a během jeho aplikace jsem se setkala s několika problémy. Některé vyplývaly z ne zkušenosti s používáním servoregulace, což bylo evidentní zejména v prvním měsíci po zahájení výzkumu. Opakované dotazy sester mě přiměly k vytvoření Dodatku k manuálu, viz Příloha A, kde byl seznam nejčastějších otázek a odpovědí ohledně servoregulace.

Dalším problémem byl přístup některých sester k výzkumu. Zatímco některé k němu přistupovaly velmi zodpovědně a uvědomovaly si jeho důležitost pro praxi, jiné ho braly pouze jako okrajovou záležitost během péče o novorozence. Domnívám se, že nedostatek pozornosti mohly některé sestry věnovat výzkumu možná i proto, že se jednalo o výzkum zadáný sestrou – kolegyní a jinou váhu by mu přikládaly, pokud by vedoucím výzkumu byl lékař.

Častější problémy s metodou servoregulace byly pravděpodobně příčinou větší oblíbenosti metody manuální regulace tělesné teploty. Preference sester v používání této metody plyne také z větších zkušeností a z možnosti samostatného ovlivnění teploty v inkubátoru. Při používání metody servoregulace jsem se setkávala s opakovanými dotazy sester, jak se mají zachovat, když tělesná teplota dosáhne hodnot mimo normu. Pro sestry bylo obtížné vyrovnat se s tím, že nemohou aktivně ovlivnit teplotu v inkubátoru.

Komplikace s fungováním metody servoregulace se vyskytly zejména při delším používání této metody, kdy termistorové čidlo přestávalo reagovat na hraniční nebo lehce nižší tělesnou teplotu dítěte, viz výše. Tento problém nastával většinou až druhý nebo třetí den života, a neobjevoval se v průběhu prvních 12-24 hodin po porodu. Příčinu tohoto selhání se nepodařilo objasnit. Řešením se zdálo být přelepení čidla do druhé axily, kdy odlepením čidla z pokožky došlo k rychlému poklesu teploty a zareagování čidla. Tento postup však nekoresponduje se současným trendem minimální manipulace s nezralým novorozencem („minimal handling“). Problémy se snímáním tělesné teploty byly také v okamžiku, kdy končetina nepřiléhala k tělu novorozence, například při neklidu nebo fototerapii. Toto nedokonalé snímání bylo dle mého názoru pro sestry největším stresujícím faktorem. V četných studiích a článcích o termomanagementu se doporučuje fixace teplotního čidla na břiše novorozence. Osobní konzultace s paní Petrou Heep a její doporučení však pro mě byly důvodem, proč jsem se rozhodla pro fixaci čidla do axily. Nejsem schopná posoudit, zda by byly výsledky této studie jiné při zvolení jiného místa fixace čidla.

Nejčastější chybou, které se sestry během provádění výzkumu dopouštěly, bylo chybné nastavení vstupní teploty inkubátoru, nedokonalá fixace teplotního čidla a opomenutí aktivace teplotní clony inkubátoru před manipulací s novorozencem. V případě manuální regulace to byly neaktivní, popř. špatně nastavené alarmy na monitoru vitálních funkcí.

Naopak problémy nebyly s dodržováním podmínek na porodním sále, nastavením správné vlhkosti v inkubátoru a umístěním čidel ve vrcholu axily.

Tento výzkum by nebyl možný bez spolupráce celého ošetřujícího týmu. Mé poděkování patří vedení, které mě podpořilo v realizaci výzkumu a zajistilo jeho technickou stránku, lékařům za respekt k provádění výzkumu a zejména sestrám za jejich ochotu se do výzkumu zapojit. Jejich zpětná vazba byla pro mě velmi cenná a vážím si všech připomínek, které mě vedly k ucelenému pohledu na tuto problematiku. Uvědomuji si, jak obtížné je měnit léta zažitý postup, a že je potřeba mnohem delšího času na to, aby se nové postupy automatizovaly v běžné praxi.

Limity výzkumu:

Největším limitem této práce byl relativně malý vzorek novorozenců. V porovnání s obdobnými studiemi, týkajícími se termomanagementu velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců, je počet 47 novorozenců naprosto srovnatelný, přesto lze z celkového počtu 9 dětí, u kterých došlo k selhání metody, obtížně prokázat statisticky významná fakta. I přes toto omezení se však domnívám, že tento výzkum je velkým přínosem pro péči o nezralé novorozence a obsahuje mnohé důležité poznatky.

Dalším limitem je velký počet osob provádějících výzkum. Vzhledem k délce probíhající studie (72 hodin) se u jednoho pacienta během sledované doby vystříдалo 2 – 6 sester. Díky charakteru oddělení nebylo možné zaškolit pouze některé sestry v používání metody, protože by nebyla zajištěna návaznost studie. Pokud však vezmeme v úvahu, že každá sestra stráví péčí o pacienta různě dlouhou dobu, mohl být také tento fakt ovlivňujícím faktorem konečných výsledků.

V neposlední řadě sem patří i nezkušenost s novou metodou a nutnost přesného dodržování zadaného protokolu, který je pro fungování metod naprosto zásadní. Porušení podmínek tohoto protokolu vede ke zkreslení finálních výsledků. Zejména metoda servoregulace je velmi citlivá metoda, která je ovlivnitelná mnoha faktory, a jejímu používání je nutné věnovat dostatečnou pozornost. Již několikaminutové odlepení termistorového čidla inkubátor vyhodnotí chybně jako nízkou teplotu dítěte a spustí termostat na vyšší výkon. Výsledkem toho pak může být přehřátí dítěte.

Doporučení pro praxi:

Sledováním sester během příjmu a zajištění novorozence z porodního sálu a následné péče o něj jsem odhalila několik opakujících se nedostatků týkajících se termomanagementu. To mě přivedlo na myšlenku vytvoření metodického pokynu, kde jsou zahrnuty oba způsoby regulace tělesné teploty, viz Příloha H. Tento pokyn bude předložen ke schválení vedení nemocnice a stane se součástí metodických pokynů specializované péče o nezralé novorozence na našem pracovišti. Pevně věřím, že také díky němu se nám podaří lépe pečovat o naše nejmenší pacienty a udržovat jejich tělesnou teplotu ve fyziologickém rozmezí. Vzhledem ke své pozici edukační sestry budu dále využívat své poznatky z tohoto výzkumu a předávat je novým kolegyním.

Dalším doporučením, vyplývajícím z výsledků tohoto výzkumu, je zavedení kontinuálního monitoringu tělesné teploty kožním teplotním čidlem u novorozenců pod 30. gestační týden. Zejména u těžce nezralých dětí je tělesná teplota velmi nestabilní a kolísá v závislosti na manipulaci s dítětem a změnách teploty prostředí. Měření teploty digitálním teploměrem neodhalí skutečnou míru termolability těchto dětí a sestry tak nemají možnost včas adekvátně reagovat na aktuální tělesnou teplotu dítěte.

Správné vedení termomanagementu se opírá o sledování trendů tělesné teploty. Velmi důležité je sledovat výchyly teploty v čase a začít včas upravovat teplotu prostředí, často ještě předtím, než dojde ke skutečné odchylce od normy.

Mým návrhem pro praxi je také doporučení zvýšit teplotu v inkubátoru před plánovaným výkonem tak, aby si dítě udrželo déle normální tělesnou teplotu. Během vlastního výkonu pak krytí ostatních částí těla, včetně hlavy novorozence. Dále doporučuji pre-oteplování všech pomůcek, které přicházejí do styku s nezralým novorozencem, včetně pelíšků Neobed nebo jiných polohovacích pomůcek – kožešin, dek, zavinovaček, ve kterých je dítě uloženo.

Staniční sestře jsem již v průběhu výzkumu podala návrh na používání fólie Neo-HeLP u nejmenších novorozenců. V současné době je již na našem pracovišti Neo-HeLP používán při příjmu novorozenců pod 28. týden těhotenství. Ukazují se první dobré zkušenosti s použitím této fólie na porodním sále i během zajištění novorozence. U dětí nad 30. týden těhotenství je dle mého názoru dostatečným opatřením k prevenci tepelných ztrát použití polyetylenové fólie.

8 Závěr

Tato práce byla věnována problematice velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců v oblasti termomanagementu.

Správné vedení termomanagementu a snaha o udržení tělesné teploty ve fyziologickém rozmezí není v žádném jiném lékařském oboru tak důležitá jako v neonatologii. Tělesná teplota nedonošeného novorozence se ve všech ohledech liší od dospělého člověka, počínaje neschopností třesové termogeneze, přes nepoměr mezi povrchem těla a tělesnou hmotností, odlišné množství tělesné vody, až po rozdílnou potřebu ideální teploty prostředí. Organismus nedonošeného dítěte se nedokáže vyrovnat s výkyvy teplot okolního prostředí a velmi rychle se mu svou teplotou přibližuje. Hypotermie, ale i hypertermie zvyšují mortalitu i morbiditu a mohou mít pro nedonošené novorozence závažné nežádoucí důsledky.

Incidence hypotermie u novorozenců je celosvětovým problémem. Zavedení jednoduchých opatření k zabránění hypotermie mohou mít pro poporodní adaptaci novorozence rozhodující význam. Mezi tato opatření v našich podmínkách patří především prevence transepidermálních ztrát po porodu a zajištění termoneutrálního prostředí. Četné studie potvrdily, že o skupinu velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců musí být pečováno odlišným způsobem než o děti lehce nezralé nebo donošené (Turnbull, 2013, p. 19). Díky nezralosti všech tělesných systémů je právě tato skupina dětí nejvíce ohrožena termolabilitou.

Ve své studii jsem porovnávala dvě metody regulace tělesné teploty nedonošených novorozenců, manuální regulaci a servoregulaci. Výsledky studie přinesly mnoho zajímavých poznatků. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl v celkové době strávené pod normou a nad normou, přičemž hypotermie se vyskytovala častěji a trvala déle u metody servoregulace, k hypertermii docházelo více u metody manuální regulace.

Celkový počet všech selhání tvořil 19 %, incidence selhání byla vyšší při manuální metodě. Z výsledků vyplývá, že porodní hmotnost má velký vliv na četnost selhání. Skupinou s nejpočetnějším selháním byly novorozenci s porodní hmotností do 750 g a novorozenci s porodní hmotností nad 1500 g. Častějším důvodem vedoucím k selhání metody byla hypotermie. Ukázalo se, že servoregulace by mohla lépe fungovat u nejmenších dětí, tj. na hranici životaschopnosti. Pro děti nad 30. gestační týden se zdá naopak být vhodnější metodou manuální regulace tělesné teploty.

Míru termolability ovlivňují také další faktory, zejména oběhová nestabilita a trofika, u které byla prokázána p-hodnota blížící se statistické významnosti. Je pravděpodobné, že při větším vzorku selhání by se prokázala statistická významnost i v těchto faktorech. Ostatní proměnné, ventilační podpora a přítomnost infekce, nebyly u tohoto vzorku novorozenců statisticky významné.

Přínos této práce tkví především v jedinečnosti výzkumu. Podrobné zkoumání metody servoregulace a její komparace s manuální metodou regulace tělesné teploty u relativně velkého vzorku velmi nezralých a extrémně nezralých novorozenců je unikum, které v České republice nebylo doposud zkoumáno.

Byla bych velmi ráda, kdyby tato práce posloužila sestrám pracujícím na oddělení neonatologie k pochopení příčin tepelných ztrát a jejich důsledků pro další vývoj nedonošených novorozenců. Doufám, že výsledky tohoto výzkumu je přimějí k zamyšlení nad termomanagementem takto malých pacientů a přispějí ke zkvalitnění ošetrovatelské péče.

Závěrem bych chtěla citovat jedno motto:

„Teplota je pro člověka životní potřebou, bez něj se necítíme dobře.“

Pro nedonošené děti platí toto tvrzení dvojnásob. Tělesná teplota je právem řazena mezi základní životní funkce a je třeba jí věnovat maximální pozornost...

9 Seznam použité literatury

1. AYLOTT, Marion. 2006. The neonatal energy triangle: Part 2: Thermoregulatory and respiratory adaptation. *Paediatric Nursing*. **18**(7), 38-42.
2. BAŤOVÁ, Jitka. 2007. Ošetrovatelská péče o nedonošeného novorozence. *Sestra*. **17**(3), 54-55. ISSN 1210-0404.
3. BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. 2015. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024747125.
4. BLACKER, G. F. 1998. The Care and Feeding of Premature Infants. In: *Neonatology on the Web* [online]. [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://www.neonatology.org/classics/blacker.html>
5. BUREŠOVÁ, J., K. GROHMANNOVÁ a J. NÁHLOVSKÝ. 2014. Termomanagement jako součást ošetrovatelské péče o předčasně narozeného novorozence. *Neonatologické listy*. **20**(1), 38-39. ISSN 1211-1600.
6. CLOHERTY, John P., Eric C. EICHENWALD a Ann R. STARK. c2008. *Manual of neonatal care*. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 0781769841.
7. CRAMER, Kristie, Natasha WIEBE et al. 2005. Heat Loss Prevention: A Systematic Review of Occlusive Skin Wrap for Premature Neonates. *Journal of Perinatology*. **25**, 763–769.
8. DATEX-OHMEDA, INC. 2014. *Uživatelský manuál Giraffe OmniBed: Návod k obsluze a údržbě*. Praha.
9. DEGUINES, C. et al. 2013. Impact of nursing care on temperature environment in preterm newborns nursed in closed convective incubators. *Acta paediatrica*. **102**(3), e96-e101. ISSN 0803-5253.
10. DOKOUPILOVÁ, Milena. 2011. Předčasný porod: Péče o extrémně nezralého novorozence. *Moderní gynekologie a porodnictví*. Praha, **20**(3), 315-331. ISSN 1211-1058.
11. DORT, Jiří. 2011. *Ošetrovatelské postupy v neonatologii*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-807-0439-449.

12. DORT, Jiří, Eva DORTOVÁ a Petr JEHLIČKA. 2013. *Neonatologie*. 2. upravené vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2253-8.
13. FENDRYCHOVÁ, Jaroslava. 2009. *Vybrané kapitoly z ošetrovatelské péče v pediatrii: 2. část Péče o novorozence*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 9788070134894.
14. FENDRYCHOVÁ, Jaroslava. 2011. *Základní ošetrovatelské postupy v péči o novorozence: vybrané kapitoly*. 1 vyd. Praha: Grada. Sestra (Grada). ISBN 9788024739403.
15. FENDRYCHOVÁ, Jaroslava a Ivo BOREK. 2012. *Intenzivní péče o novorozence*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-807-0135-471.
16. FRANĚK, Ondřej. 2015. Doporučení první pomoci v GL 2015. *Záchranná služba* [online]. 29. 10. 2015 [cit. 2016-01-07]. Dostupné z: http://www.zachrannasluzba.cz/odborna/kpccr/2015_prvni%20pomoc.pdf
17. GARDNER, Sandra Lee et al. 2015. *Merenstein & Gardner's Handbook of Neonatal Intensive Care*. 8th Edition. Missouri: Elsevier. ISBN 978-0-323-32083-2.
18. Giraffe OmniBed. 2010. In: *Medisap* [online]. Praha [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.medisap.cz/produkty/pece-o-matku-a-dite/inkubatory/giraffe-omnibed/>
19. GOMELLA, Tricia Lacy, M. Douglas CUNNINGHAM a Deborah J. TUTTLE. 2013. *Neonatology: Management, Procedures, On-Call Problems, Diseases, and Drugs*. 7th ed. New York, NY [u.a.]: McGraw-Hill Medical. ISBN 978-007-1768-016.
20. HANDL, Zdeněk. 2007. *Monitorování pacientů v anesteziologii, resuscitaci a intenzivní péči - vybrané kapitoly*. 4. doplněné vyd. Brno: NCONZO. ISBN 8070134593.
21. HANUŠČÁKOVÁ, Petra. 2008. Péče o nezralého novorozence. *Sestra*. **18**(10), 52-53. ISSN 1210-0404.
22. Hnědý tuk. In: *Wikipedie: the free encyclopedia* [online]. 19. 8. 2015 [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hnědý_tuk
23. Inkubátor. 2002-. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 16. 2. 2015 [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Inkubátor>
24. JANDOVÁ, Dobroslava. 2009. *Balneologie*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024728209.

25. JANOTA, Jan a Zbyněk STRAŇÁK. 2013. *Neonatologie*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta. Aeskulap. ISBN 978-802-0429-940.
26. JINDROVÁ, Michaela. 2012. *Termoregulace u předčasně narozených dětí*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce MUDr. Zuzana Nováková, Ph.D.
27. KENNER, Carole a Judy Wright LOTT. 2007. *Comprehensive Neonatal Care: An Interdisciplinary Approach*. 4 edition. Philadelphia: Elsevier. ISBN 10: 1416029427.
28. KIRCHNEROVÁ, M., Z. MROZEK, I. OBORNÁ a L. KANTOR. 2013. Vliv ohřátých infuzních roztoků při plánovaném císařském řezu na matku a plod: Pilotní randomizovaná prospektivní studie. *Česká gynekologie*. **78**(3), 237-242. ISSN 1210-7832.
29. KNOBEL, Robin B., John E. WIMMER a Don HOLBERT. 2005. Heat Loss Prevention for Preterm Infants in the Delivery Room. *Journal of Perinatology*. **25**, 304–308.
30. KNOBEL, Robin a Diane HOLDITCH-DAVIS. 2007. Thermoregulation and Heat Loss Prevention After Birth and During Neonatal Intensive-Care Unit Stabilization of Extremely Low-Birthweight Infants. *JOGNN*. **36**(3), 280-287.
31. KNOBEL, Robin B., Diane HOLDITCH-DAVIS a Todd A. SCHWARTZ. 2010. Optimal Body Temperature in Transitional Extremely Low Birth Weight Infants Using Heart Rate and Temperature as Indicators. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. **39**(1), 3-14. ISSN 08842175.
32. KONG, Yuk-Shan et al. 2011. The effect of incubator humidity on the body temperature of infants born at 28 weeks' gestation or less: A randomised controlled trial. *Neonatal, Paediatric & Child Health Nursing*. **14**(2), 14-22. ISSN 1441-6638.
33. KUČOVÁ, Jana a Jarmila CHOLEVOVÁ. 2008. Ošetrovatelská péče o nezralého novorozence. *Sestra*. **18**(9), 42-43. ISSN 1210-0404.
34. LANGMEIER, Miloš. 2009. *Základy lékařské fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024725260.
35. LAPTOOK, Abbot R. et al. 2007. Admission Temperature of Low Birth Weight Infants: Predictors and Associated Morbidities. *Pediatrics*. **119**(3), 643-649.
36. LEADFORD, Alicia E., Jamie B. WARREN et al. 2013. Plastic Bags for Prevention of Hypothermia in Preterm and Low Birth Weight Infants. *Pediatrics*. **132**(1), p. 128-134. ISSN 0031-4005.

37. LEE, Suk-Yin a Violeta LOPEZ. 2002. Research in brief: Physiological effects of two temperature settings in preterm infants on nasal continuous airway pressure ventilation. *Journal of Clinical Nursing*. **11**, 845-847.
38. LIŠKA, Jiří. 2013. Novinky v léčbě teploty v dětském věku v posledních 15 letech. *Vox pediatric*. **13**(4), 26. ISSN 1213-2241.
39. LIŠKA, Karel. 2013. Resuscitace novorozence. *Neonatologické listy*. **19**(1), 3-8. ISSN 1211-1600.
40. LUNZE, K. a D. H. HAMER. 2012. Thermal protection of the newborn in resource-limited environments. *Journal of Perinatology*. **32**, 317-324.
41. LYNAM, L., F. LOERSCH, M. SCHINDLER, P. HEEP et al. 2006. A Research Program to Examine Evidenced-Based Practices in Newborn Thermoregulation. *Zeitschrift für Geburtshilfe und Neonatologie*. **210**(1), 107.
42. McCALL, Emma M., F. ALDERDICE et al. 2010. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birthweight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. **17**(3) [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD004210.pub4/abstract>
43. MODI, N. 2004. Management of fluid balance in the very immature neonate. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition* [online]. **89**(2), F108-111 [cit. 2016-04-04]. DOI: 10.1136/adc.2001.004275. ISSN 1359-2998. Dostupné z: <http://fn.bmj.com/cgi/doi/10.1136/adc.2001.004275>
44. MOORE, Judith. 2003. From birth to neonatal unit: a cold journey? *Journal of Neonatal Nursing*. **9**(4). ISSN 1355-1841.
45. Neo-HeLP. 2015. Vygon [online]. France [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: https://www.vygon.com/catalog/heat-loss-prevention_1238_00370914
46. PÁNEK, Martin. 2013. Současné trendy v péči o novorozence. *Pediatric pro praxi*. **14**(6), 363-366. ISSN 1213-0494.
47. PHILIP, Alistair G. S. 2005. The Evolution of Neonatology. *Pediatric Research* [online]. **58**(4), 799-815 [cit. 2016-01-11]. DOI: 10.1203/01.PDR.0000151693.46655.66. ISSN 00313998. Dostupné z: <http://www.nature.com/doi/10.1203/01.PDR.0000151693.46655.66>
48. PROCHÁZKOVÁ, Martina a Jan JANOTA. 2010. Tělesná teplota a termoregulace u novorozence. *Česko-slovenská Pediatrie*. **65**(6), 401-406. ISSN 0069-2328.

49. PŘIBYLOVÁ, Hana. 1967. *Regulace teploty a energetický metabolismus novorozence*. Praha: Státní zdravotní nakladatelství. Hálkova sbírka pediatrických prací (Státní zdravotnické nakladatelství).
50. ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. 2013. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Vyd. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024742373.
51. ROZMAN, Jiří a kol. 2006. *Elektronické přístroje v lékařství*. Vyd. 1. Praha: Academia. Česká matice technická (Academia). ISBN 8020013083.
52. RYŠAVÁ, Alena. 2010. *Termoregulace novorozenců*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta. Vedoucí práce MUDr. Zuzana Nováková, Ph.D.
53. SAXLOVÁ, Jaroslava. 2001. Úskalí v optimálním zajištění tepla u nedonošených novorozenců. *Kontakt: vědecký časopis*. **3**(1), 47-50. ISSN 1212-4117.
54. SLEZÁKOVÁ, Lenka. 2011. *Ošetrovatelství v gynekologii a porodnictví*. 1. vyd. Praha: Grada. Sestra (Grada). ISBN 9788024733739.
55. STRAŇÁK, Zbyněk. 2009. Unikátní technologické řešení pro neonatologii v ÚPMD. *Medical Tribune*. **5**(35), D2-D3. ISSN 1214-8911.
56. STRAŇÁK, Zbyněk. 2015. *Resuscitace a post-resuscitační péče o novorozence pro lékaře i nelékařské profese*. První vydání. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. ISBN 9788087023365.
57. SUBRAMANIAN, Siva. Extremely Low Birth Weight Infant. In: *Medscape* [online]. Dec 17, 2014 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/979717-overview#a3>
58. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. 2013. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024744346.
59. TANDER, B. et al. 2005. Risk factors influencing inadvertent hypothermia in infants and neonates during anesthesia. *Pediatric Anesthesia*. **15**(7), 574-579. ISSN 1460-9592.
60. Termoregulace. 2015. *WikiSkripta* [online]. 14. 8. 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Termoregulace>
61. TESAŘÍK, Bohumil. 2012. Kde se vzaly inkubátory. *Třípól: časopis pro studenty o vědě a technice* [online]. Simopt, s.r.o [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/biografie/113-kde-se-vzaly-inkubatory>

62. Thermal management. 2014. *Newbornwhocc* [online]. Delhi [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: http://www.newbornwhocc.org/2014_pdf/Thermal%20management%202014.pdf
63. THOMAS, Karen A. 2003. Preterm Infant Thermal Responses to Caregiving Differ by Incubator Control Mode. *Journal of Perinatology* [online]. **23**(8), 640-645 [cit. 2016-04-07]. DOI: 10.1038/sj.jp.7211002. ISSN 0743-8346. Dostupné z: <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/sj.jp.7211002>
64. TORRES, Cardonna, Amador LICONA et al. 2012. Polyethylene Wrap for Thermoregulation in the Preterm Infant: A Randomized Trial. *Indian Pediatrics*. **49**(2), 129-132.
65. TROUPOVÁ, Jitka a Milan HANZL. 2010. *Standardy ošetrovateľské péče v neonatologii*. 1. vyd. České Budějovice: Nemocnice České Budějovice. Závazné směrnice Nemocnice České Budějovice. ISBN 9788025489826.
66. TURNBULL, Victoria a Julia PETTY. 2013. Evidence-based thermal care of low birthweight neonates. Part one. *Nursing children and young people*. **25**(2), 18-22. ISSN 2046-2336.
67. VYTEJČKOVÁ, Renata a kol. 2013. *Ošetrovateľské postupy v péči o nemocné II: Speciální část*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024734200.
68. WALDRON, Sarah a Ralph MACKINNON. 2007. Neonatal thermoregulation. *Infant*. **3**(3), 101-104.
69. ZEMAN, Václav. 2010. Reakce a adaptace na chlad u dětí. *Vox pediatrice*. **10**(4), 16-20. ISSN 1213-2241.
70. ZOBAN, Petr. 2012. Nedonošený novorozenec. *Československá pediatrie*. **67**(3), 203-208. ISSN 0069-2328.
71. ŽILÁKOVÁ, Eliška. 2013. *Ošetrovateľská péče o nedonošence*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí práce Bc. Špidlenová Dana.

Seznam zkratek

a kol. – a kolektiv

ATP – adenosintrifosfát

BMČ – Bibliographia medica Čechoslovaca

cm – centimetr, centimetry

ELBW – extremely low birth weight (extrémně nízká porodní hmotnost)

et al. – et alii (a jiní, a kolektiv)

ev. – eventuálně, eventuální

g – gram, gramy

GT – gestační týden (týden těhotenství)

ILBW – incredible low birth weight (neuvěřitelně nízká porodní hmotnost)

IUGR – intrauterinní růstová retardace plodu (hypotrofie plodu)

LBW – low birth weight (nízká porodní hmotnost)

např. – například

nCPAP – nasal continuous positive airway pressure (trvalý přetlak v dýchacích cestách)

NVR – novorozenec

p. – page (strana)

PH – porodní hmotnost

resp. – respektive

TEWL – transepidermal water loss (transepidermální ztráty)

tj. – to je

tzn. – to znamená

tzv. – takzvaný

RTG – rentgen, rentgenový

s. – strana

VLBW – very low birth weight (velmi nízká porodní hmotnost)

vs. – versus (proti)

WHO – World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

°C – stupeň Celsia

°F – stupeň Fahrenheita

Seznam tabulek a grafů

Tabulka č. 1 Celkový počet novorozenců zařazených do výzkumu

Tabulka č. 2 Počet novorozenců zařazených do metody manuální regulace a servoregulace

Tabulka č. 2. 1 Zastoupení novorozenců dle jednotlivých gestačních týdnů (GT)

Tabulka č. 3 Celková doba odchylky pod normu

Tabulka č. 4 Celková doba odchylky nad normu

Tabulka č. 5 Průměrná celková doba odchylky

Tabulka č. 6 Celkový počet selhání

Tabulka č. 7 Počet selhání metody manuální regulace

Tabulka č. 8 Počet selhání metody servoregulace

Tabulka č. 9 Gestační týden ve vztahu k selhání

Tabulka č. 10 Porodní hmotnost ve vztahu k selhání

Tabulka č. 11 Typ selhání

Tabulka č. 12 Ventilační podpora

Tabulka č. 12. 1 Ventilační podpora ve vztahu k selhání

Tabulka č. 13 Oběhová stabilita

Tabulka č. 13. 1 Oběhová stabilita ve vztahu k selhání

Tabulka č. 14 Infekce

Tabulka č. 14. 1 Infekce ve vztahu k selhání

Tabulka č. 15 Trofika

Tabulka č. 15. 1 Trofika ve vztahu k selhání

Tabulka č. 16 Standardní vlhkost

Tabulka č. 17 Závislost jednotlivých proměnných při manuální regulaci a servoregulaci

Tabulka č. 18 Preference metody

Graf č. 1 Celkový počet novorozenců

Graf č. 2 Gestační týden - Boxplot

Graf č. 3 Gestační týden - Histogram

Graf č. 4 Porodní hmotnost (PH) novorozenců - Boxplot

Graf č. 5 Porodní hmotnost (PH) novorozenců - Histogram

Graf č. 6 Celková doba odchylky pod normu - Boxplot

Graf č. 7 Celková doba odchylky pod normu - Histogram

Graf č. 8 Celková doba odchylky nad normu - Boxplot

Graf č. 9 Celková doba odchylky nad normu - Histogram

Graf č. 10 Průměrná celková doba odchylky

Graf č. 11 Celkový počet selhání

Graf č. 12 Počet selhání metody manuální regulace

Graf č. 13 Počet selhání metody servoregulace

Graf č. 14 Typ selhání

Seznam příloh

Příloha A Manuál výzkumu

Příloha B Souhlas Hlavní sestry

Příloha C Vyjádření etické komise

Příloha D Transepidermální ztráty = Transepidermal water loss

Příloha E Termoneutrální prostředí

Příloha F Termoizolační fólie

Příloha G Inkubátory

Příloha H Metodický pokyn

Příloha I Čestné prohlášení konzultanta

Přílohy

Příloha A Manuál výzkumu

(vztahuje se k textu na straně 33, 39, 40 a 68 diplomové práce)

MANUÁL PRO APLIKACI VÝZKUMU V PRAXI:

Účel: Tento manuál byl vytvořen pro sestry pracující na oddělení

Cílem je poskytnout souhrnné informace a zajistit rovné podmínky pro prováděný výzkum.

Předmět výzkumu: Porovnání 2 metod regulace tělesné teploty nedonošeného novorozence – manuální regulace teploty v inkubátoru na základě naměřené tělesné teploty a automatické regulace inkubátorem Giraffe (servoregulace).

Cíl výzkumu: Zjistit, která metoda je pro udržení stabilní tělesné teploty velmi nezralých novorozenců vhodnější.

Vedoucí výzkumu: Bc. Monika Stránská, tel:

Garant výzkumu: MUDr., vedoucí lékař oddělení

Výzkumný vzorek: Nedonošení novorozenci narození ve 24. – 32. gestačním týdnu (tj. 24+0 až 32+6).

Průběh výzkumu:

Výzkum bude probíhat na Neonatologickém pracovišti resuscitační a intenzivní péče o novorozence v, v době od listopadu 2015 do února 2016.

Do výzkumu budou zařazeni všichni novorozenci odpovídajícího gestačního týdne.

Volba metody – na základě randomizace (náhodný výběr z obálky dle gestačního týdne). Snaha o to, aby v každé skupině dětí byl zahrnut zhruba stejný vzorek dětí jak s metodou manuální regulace, tak s metodou servoregulace.

Výzkum bude prováděn od 1. do 72. hodiny života dítěte.

METODICKÉ POKYNY:

Společné pro obě metody měření:

- Volba metody regulace tělesné teploty (výběr obálky).
- Na porodním sále: péče o termomanagement dle standardu - zvýšit výkon vyhřívání resuscitačního lůžka na 70-80%, dítě do 30.GT zabalit do termoizolační fólie
- Na dítě umístit kožní teplotní/ termistorové čidlo a **přifixovat** hydrokoloidním krytím Neo-Guard („srdíčko“)
- **Umístění teplotního/termistorového čidla:** na čistou a suchou pokožku, do **oblasti axily**, při polohování novorozence na pravý bok do levé axily, při polohování na levý bok do pravé axily.
 - Dítě nesmí na teplotním čidle ležet!
- Teplotní čidlo musí být **po celou dobu (i během manipulace s dítětem) fixováno!**
- **Správné umístění čidla/čidel a jejich fixace je pro regulaci TT klíčové.**
- Dítě do 30.GT ponechat **v termoizolační fólii po dobu 3 hodin**, v této době nebude zabalené v jednorázové pleně, pouze na genitál lze přiložit čtverce z buničiny pro zachycení moče.
- **Hodnoty tělesné teploty a teploty v inkubátoru** zaznamenávat do ošetrovatelské dokumentace pravidelně **á 1 hodinu** v průběhu prvních **72 hodin** života dítěte.
- **Vlhkost v inkubátoru** udržovat v doporučeném rozmezí po dobu 72 hod. od porodu, tedy **80 – 60% vlhkost u dětí do 30. GT a 60 – 40% u dětí nad 30. GT.**
- Udržovat TT dítěte v rozmezí **36,5 – 37,5°C.**
- Před manipulací s dítětem v inkubátoru **zapnout teplotní clonu**, po ukončení práce v inkubátoru clonu **vypnout!**
(Teplotní clona se zapíná **PŘED otevřením okének** inkubátoru, otevřením okének inkubátoru bez clony dojde ke vzniku vzdušného proudu a úniku tepla z inkubátoru!)
- **SELHÁNÍ METODY=** situace, kdy po dobu 2 hodin je tělesná teplota novorozence rovna či vyšší než 37,8°C, nebo rovna či nižší než 36,2°C.

Manuální regulace teploty:

- Zvolit na inkubátoru Giraffe funkci **Manuální regulace** (režim Air – ikona ventilátoru, rozsvítí se příslušná kontrolka)
- Umístit teplotní čidlo na pokožku dítěte (viz výše) a fixovat.
- V dolní třetině displeje se zobrazí dvě hodnoty teploty:
 - hodnota zobrazená většími číslicemi (nahore) je aktuální teplota vzduchu, měřená pomocí sondy umístěné ve vnitřním prostoru inkubátoru
 - hodnota zobrazená menšími číslicemi (dole) je nastavená teplota vzduchu v inkubátoru
- Tělesnou teplotu dítěte regulovat změnou nastavení teploty vzduchu v inkubátoru.
- Každou hodinu zapisovat manuálně nastavenou teplotu v inkubátoru.
- Pokud je potřeba pro určitý výkon zvednout celý horní kryt inkubátoru, inkubátor se automaticky přepne do provozního režimu Manual (vyhřívané lůžko). Sálavé topné těleso se aktivuje na úrovni přehřívání (ve výrobě nastavená úroveň přehřívání je 25%) a je nutné **zvolit procento výkonu topného tělesa**. Při spuštění krytu pak bude pokračovat inkubátor v režimu Air při poslední nastavené teplotě vzduchu (nutné **potvrdit**).

Servoregulace:

- Před vložením dítěte do inkubátoru musí být vzduch v inkubátoru vyhřátý na 37°C. (Nelze dítě vložit do chladného inkubátoru a zahřívát vzduch pomocí termistorového čidla!)
- Umístit **teplotní čidlo + termistorové čidlo** na pokožku dítěte (viz výše) a fixovat, druhý konec čidla zapojit **do konektoru 1** na předním panelu inkubátoru (ikona dítěte, číslo 1). (Při zapojení do konektoru 2 nebude režim Servoregulace fungovat!)
- Zvolit na inkubátoru Giraffe funkci **Servoregulace** (přepnout na režim Baby – ikona dítěte, rozsvítí se příslušná kontrolka) a navolit doporučené nastavení teploty pokožky dítěte.

Doporučené nastavení teploty pokožky novorozence:

Porodní hmotnost (g)	Nastavení teploty na kůži (°C)
pod 1000 g	36,9°C
1000 - 1500 g	36,7°C
1500 - 2000 g	36,5°C
2000 - 2500 g	36,3°C

- V horní třetině displeje se zobrazí dvě hodnoty teploty:
 - hodnota zobrazená většími číslicemi (nahore) je aktuální teplota pokožky dítěte, měřená pomocí čidla umístěného na kůži dítěte
 - hodnota zobrazená menšími číslicemi (dole) je nastavená teplota pokožky dítěte
- V dolní třetině displeje se zobrazí aktuální teplota vzduchu v inkubátoru, která kolísá v průběhu času dle tělesné teploty dítěte.
- Při zdvižení horního krytu inkubátoru se inkubátor automaticky přepne do provozního režimu sálavého ohříváče a výkon topného tělesa se sám mění dle teploty dítěte. Inkubátor bude po zvednutí krytu pokračovat v režimu Baby se stejnou, dříve nastavenou teplotou dítěte, po spuštění krytu také pokračuje v režimu Baby.
- Aktuální teplotu v inkubátoru zapisovat á 1 hodinu – nutné zaznamenat teplotu ještě před tím, než dojde k otevření inkubátoru!
- Pokud dojde k selhání metody servoregulace a TT se nedaří udržet ve fyziologickém rozmezí, metodu ukončit, zapsat čas a důvod a dítě převést na manuální regulaci teploty.

Možné problémy – alarmová hlášení a jejich řešení:

V režimu Air:

High Air Temperature (Vysoká teplota vzduchu): alarm se spustí v případě, že aktuální teplota vzduchu v inkubátoru je o více než 1,5°C vyšší než nastavená teplota vzduchu

- aktivuje se zpravidla ihned po snížení nastavené teploty vzduchu nebo po změně z režimu Baby na režim Air
- ztišit alarm a sledovat, zda se teplota vzduchu v inkubátoru sníží

Low Air Temperature (Nízká teplota vzduchu): alarm se spustí v případě, že aktuální teplota vzduchu v inkubátoru je o více než 3°C nižší než nastavená teplota vzduchu

- aktivuje se při otevření obou dvířek inkubátoru bez aktivace zesílené vzduchové clony
- ztišit alarm a sledovat, zda se teplota vzduchu v inkubátoru zvýší

Air Probe Disconnect (Odpojení vzdušné sondy): alarm se spustí v případě, že čidlo, které měří teplotu vzduchu ve vnitřním prostoru inkubátoru, je odpojeno

- topné těleso se automaticky vypne
- ověřit připojení čidla

Air Probe Failure (Selhání vzdušné sondy): alarm se spustí v případě, že čidlo, které měří teplotu vzduchu ve vnitřním prostoru inkubátoru, je nefunkční

- topné těleso se automaticky vypne
- inkubátor nelze dále používat, je nutná oprava

V režimu Baby:

Baby Hot – Check Probe 1 (Přehřátí dítěte – Zkontrolujte sondu 1): alarm se spustí v případě, že aktuální teplota měřená čidlem na kůži dítěte je o 1°C vyšší než nastavená teplota

- zkontrolovat přilnutí čidla na kůži dítěte a pacienta pečlivě sledovat

Baby Cold – Check Probe 1 (Podchlazení dítěte – Zkontrolujte sondu 1): alarm se spustí v případě, že aktuální teplota měřená čidlem na kůži dítěte je o 1°C nižší než nastavená teplota

- zkontrolovat přilnutí čidla na kůži dítěte a pacienta pečlivě sledovat

Disconnected Baby Probe 1 (Odpojená dětská sonda 1): alarm se spustí v případě, že konektor kožního čidla není zcela zasunut do panelu

- správně zasunout konektor do panelu

Baby Probe 1 Failure (Selhání dětské sondy 1): alarm se spustí v případě, že termistorové čidlo je nefunkční

- vyměnit termistorové čidlo

Další závažná alarmová hlášení:

Fan Failure (Selhání ventilátoru): špatná funkce nebo chybění ventilátoru, průtok vzduchu v inkubátoru není adekvátní

- topné těleso se automaticky vypne
- inkubátor nelze dále používat, je nutná oprava

Systém Failure (Chyba systému): závada na elektrické části inkubátoru, spustí se akustický alarm, který nelze ztišit

- inkubátor nelze dále používat, je nutná oprava

DODATEK K MANUÁLU:

Přehled nejčastějších otázek při servoregulaci:

Dítě má TT mimo nastavené rozmezí (36,5 – 37,5°C), tj. např. 36,2 nebo 37,7°C, co mám dělat?	1. Zkontrolovat správné umístění čidla (většina teplotních výchylek je způsobena chybným umístěním nebo vypadnutím teplotního čidla). 2. Je-li rozdíl mezi TT na monitoru a aktuální teplotou na inkubátoru větší než 0,2°C, pravděpodobně je vypadlé teplotní čidlo! 3. Pokud je čidlo umístěno správně, nedělán NIC a sleduji trend TT dítěte a inkubátoru – viz dále.
TT je nižší než 36,2°C nebo vyšší než 37,8°C po dobu 2 hodin při správně umístěném čidle.	Selhání servoregulace, přepnu dítě na manuální regulaci TT.
TT klesla na 36,0°C nebo níže.	Pozorně sleduji trend TT dítěte a inkubátoru, pokud po dobu 30 min. od prvního zaznamenání teploty 36,0°C a nižší teplota nestoupá a/nebo nestoupá teplota na inkubátoru = selhání servoregulace, přepnu dítě na manuální regulaci TT.
TT stoupla na 38°C nebo níže.	Pozorně sleduji trend TT dítěte a inkubátoru, pokud po dobu 30 min. od prvního zaznamenání teploty 38,0°C a vyšší teplota neklesá a/nebo neklesá teplota na inkubátoru = selhání servoregulace, přepnu dítě na manuální regulaci TT.
Proč musí být aktivní alarmy TT na monitoru?	Alarmy musí být aktivovány, při vypadnutí pouze teplotního čidla monitor ukazuje falešně nižší TT dítěte – nepřesná data!!!!
Děti narozené kolem 30. a vyššího GT.	Tyto děti se v prvních hodinách po porodu přehřívají, protože servoregulace musí klesnout z 37°C např. až na 33°C. Proto již na porodním sále (hned po příchodu na porodní box) snížím nastavenou teplotu na inkubátoru na 35°C.
Může být novorozenec v termoizolační fólii déle než 3 hodiny?	Ano, lze ji ponechat déle, do stabilizace TT dítěte.
Co mám udělat, když potřebuji na určitý výkon zvednout horní kryt inkubátoru?	NIC, inkubátor automaticky mění procenta výkonu topného tělesa, není nutné nic potvrzovat žádným tlačítkem.

Příloha B Souhlas Hlavní sestry
(vztahuje se k textu na straně 39 diplomové práce)

Hlavní sestra p.
Adresa

ŽÁDOST O PROVEDENÍ VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

Vážená paní,

obracím se na Vás s žádostí o umožnění výzkumného šetření na Neonatologickém oddělení resuscitační a intenzivní péče, které se týká porovnávání dvou metod regulace tělesné teploty u velmi nezralých novorozenců. Jedná se o metody manuální a automatické regulace tělesné teploty (servoregulace).

Výzkum bude realizován v době od listopadu r. 2015 do února r. 2016.

Cílem mé práce je zjistit, která z uvedených metod je pro udržení stabilní tělesné teploty vhodnější. Dohled nad výzkumným šetřením bude zajišťovat MUDr., vedoucí lékař tohoto pracoviště.

Studuji 2. ročník Navazujícího magisterského studia, obor Intenzivní péče, na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Výzkumné šetření bude podkladem pro mou závěrečnou diplomovou práci s názvem: Význam termomanagementu v péči o nedonošené děti.

K žádosti přikládám anotaci diplomové práce.

Předem děkuji za kladné vyřízení.

Monika Stránská, dětská sestra, odd. NEO- RES

V Praze dne 1. 10. 2015

Monika Stránská
Adresa

Příloha C Vyjádření etické komise
(vztahuje se k textu na straně 39 diplomové práce)

Etická komise

Adresa

PRŮVODNÍ DOPIS

Dobrý den,

obracím se na Vás s žádostí o umožnění výzkumného šetření na Neonatologickém oddělení resuscitační a intenzivní péče, které se týká porovnávání dvou metod regulace tělesné teploty u velmi nezralých novorozenců, manuální a automatické regulace tělesné teploty (servoregulace). Motivem pro zahájení výzkumu je snaha co nejvíce zabránit výkyvům teploty od normy. Cílem klinického výzkumu je zjistit, která z uvedených metod je pro udržení stabilní tělesné teploty vhodnější. Dohled nad výzkumným šetřením bude zajišťovat MUDr., vedoucí lékař tohoto pracoviště.

Na tomto oddělení pracuji již řadu let, poslední dva roky na pozici edukační sestra, a mou snahou je zlepšit kvalitu péče o nedonošené novorozence. Zároveň jsem také studentkou Navazujícího magisterského studia, obor Intenzivní péče, na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Výzkumné šetření bude podkladem pro mou závěrečnou diplomovou práci s názvem: Význam termomanagementu v péči o nedonošené děti.

Seznam dokumentace:

Manuál studie

Životopis

Žádost o vydání stanoviska k informovanému souhlasu

Předem děkuji za kladné vyřízení.

V Praze dne 1. 10. 2015

Monika Stránská
Adresa

Žádost o vydání souhlasného stanoviska EK s prováděním klinického hodnocení

- ☐ Multicentrické KH, je požadováno stanovisko multicentrické EK pro všechna centra
Multi-centric clinical trial, opinion issued by Ethics Committee for Multi-Centric Clinical Trials is required
- ☐ Multicentrické KH, je požadováno stanovisko lokální EK
Multi-centric clinical trial, opinion issued by local Ethics Committee(s) is required
- ☒ KH prováděné v jednom centru (monocentricky), požadováno stanovisko EK
Clinical trial conducted in a site (monocentric), opinion issued by EC is required

Název KH / *Full Title of the Clinical Trial:*

Randomizovaná, monocentrická studie k porovnání dvou metod regulace tělesné teploty nedonošeného novorozence.

Randomised, monocentre study to compare two methods of regulation body temperature premature newborn.

Č. protokolu / *Protocole Code No:* **N/A**

EudraCT number / *EudraCT number:* **N/A**

Zadavatel (Název a adresa) / *Sponsor (Name and Address):* **Bc. Monika Stránská, Adresa**

Žadatel (Instituce, příjmení, jméno, titul, tel., e-mail): **Bc. Monika Stránská, Adresa, telefonní kontakt, e-mail**

Seznam hodnocených dokumentů: název, verze, datum

List of all submitted documents: Document title, version, date

	# výtisků	# str
Průvodní dopis + seznam dokumentace <i>Cover Letter + Listing</i>	2	1
Manuál studie <i>Manual Study</i>	1	4
Životopis <i>Curriculum vitae</i>	1	2
Žádost o vyjádření stanoviska k informovanému souhlasu <i>The request for an opinion to the informed consent</i>	1	1

V Praze dne 1. 10. 2015

Etická komise

Adresa

ŽÁDOST O VYDÁNÍ STANOVISKA K INFORMOVANÉMU SOUHLASU

Žádám etickou komisi o vydání stanoviska k nutnosti získávání informovaného souhlasu rodičů se zařazením dítěte do klinické studie regulace tělesné teploty. Jedná se o ošetrovatelskou studii, která je plně v kompetenci sester a nezasahuje do léčebné péče o novorozence.

Prosím o písemné vyjádření. Děkuji.

V Praze dne 1. 10. 2015

Monika Stránská

Adresa

Příloha D Transepidermální ztráty = TRANSEPIDERMAL WATER LOSS

(vztahuje se k textu na straně 20 diplomové práce)

Tabulka znázorňuje velikost ztrát vody přes kůži novorozence během prvního měsíce postnatálního života (den 0 – 28) v závislosti na gestačním věku. Míra TEWL klesá se stoupajícím gestačním týdnem a dnem života.

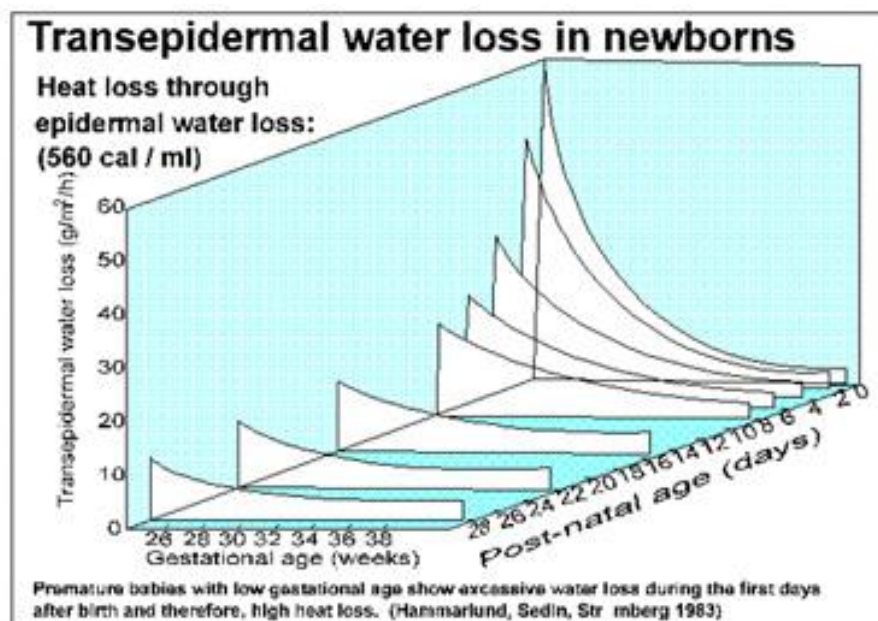


Fig. 4

Zdroj: http://www.babyfirst.com/en/heatbalance/images/help_evaporation_graph.jpg

Příloha E Termoneutrální prostředí

(vztahuje se k textu na straně 27 diplomové práce)

Tabulka udává orientační nastavení teploty v inkubátoru pro zajištění termoneutrálního prostředí, a to vzhledem k porodní hmotnosti dítěte a času od porodu v hodinách, resp. dnech života.

Termoneutrální prostředí

	Birth Weight & Temperature Range			
Stáří (hodiny)	1000-1200 g ±0.5 stC	1200-1500 g ±0.5 stC	1501-2500 g ±1.0 stC	>2500 g & >36 týdnů těhotenství. ±1.5 stC
0-12	35.0	34.0	33.3	32.8
12-24	34.5	33.8	32.8	32.4
24-96	34.5	33.5	32.3	32.0

Věk	<1500 g	1501-2500 g	>2500 g & >36 t.t.
5-14 dnů	33.5	32.1	32.0
2-3 týdny	33.1	31.7	30.0
3-4 týdny	32.6	31.4	
4-5 týdnů	32.0	30.9	
5-6 týdnů	31.4	30.4	

Zdroj:

<http://www.neonatology.cz/upload/www.neonatology.cz/Legislativa/Postupy/termoneutralniprostredi.pdf>

Příloha F Termoizolační fólie

(vztahuje se k textu na straně 29 a 30 diplomové práce)



Termoizolační (polyetylenová) fólie

Zdroj: Evidence-based thermal care of low birthweight neonates. Part one



Fólie Neo-HeLP

Zdroj: https://www.vygon.com/catalog/heat-loss-prevention_1238_00370914

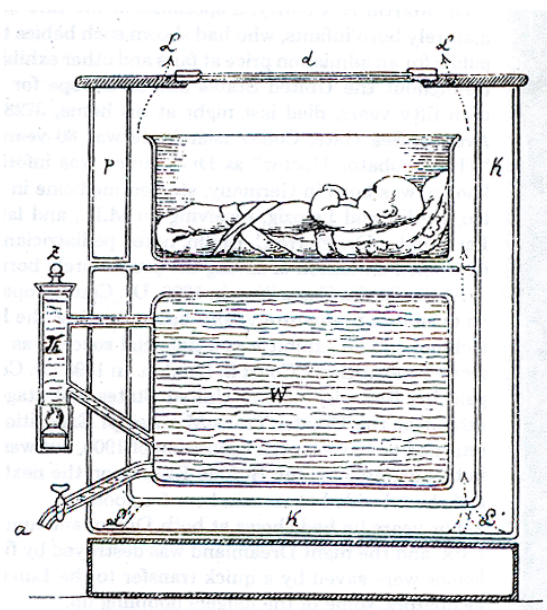
Příloha G Inkubátory

(vztahuje se k textu na straně 32 diplomové práce)

Historický vývoj:

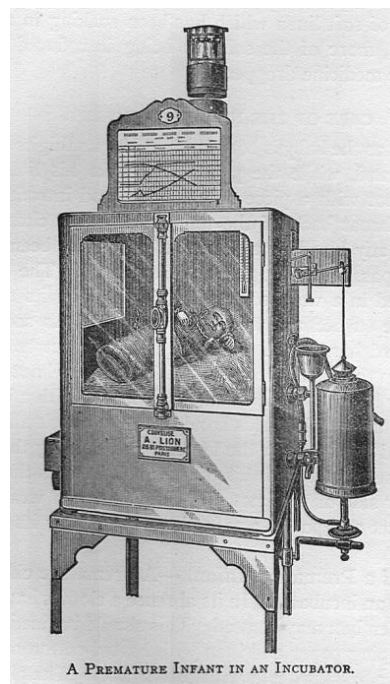
Tarnierův inkubátor

(rok 1880)



Lionův inkubátor

(rok 1889)



Zdroj: <http://www.neonatology.org/classics/silverman/silverman1.html>

<http://www.neonatology.org/pinups/LionIncubator2.jpg>

Současnost: Inkubátor Giraffe Omnibed



*Ovládací režimy na předním panelu inkubátoru Giraffe OmniBed
– Režim Baby (ikona dítěte) a Režim Air (ikona ventilátoru)*

Zdroj: http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/maternal-infant_care/giraffe_omni-bed_incubator_and_warmer

Příloha H Metodický pokyn

(vztahuje se k textu na straně 70 diplomové práce)

Metodický pokyn k péči o tělesnou teplotu nedonošených novorozenců

Vydání: *I.*

Frekvence kontroly: *1x za rok*

Oddělení resuscitační a intenzivní péče o novorozence – NEO RES, JIP 303

Připomínkové řízení do:

Odborný garant:

Datum:

Schválil:

Datum:

Ověřil:

Datum:

Kontaktní osoba: Bc. Monika Stránská

Nabývá účinností dne:

Držitel dokumentu:

DEFINICE

TERMOMANAGEMENT NEDONOŠENÝCH NOVOROZENCŮ

VYMEZENÍ VYBRANÝCH POJMŮ

Termomanagement = udržování TT novorozence v termoneutrálním rozmezí, prevence tepelných ztrát (evaporací, konvekci, kondukcí a radiací).

Termoneutrální prostředí = taková teplota okolního prostředí, ve které je rychlost metabolismu a tím i spotřeba kyslíku a energie minimální a dítě si udrží stabilní tělesnou teplotu.

TT norma: 36,5 – 37,5 °C v axile

Mírná hypotermie: 36,0 – 36,4 °C

Střední hypotermie: 32,0 – 35,9 °C

Těžká hypotermie: 31,9 °C a méně

Hypertermie: 37,6 °C a více

Manuální regulace TT = Teplotu uvnitř inkubátoru nastavuje / upravuje manuálně ošetřující personál na základě naměřené TT dítěte. Teplota uvnitř inkubátoru je stabilní a mění se jen při změně nastavení.

Servoregulace = Při servoregulaci si teplotu prostředí dítě řídí samo pomocí termistorové sondy, kterou má připevněnou na kůži. Tato sonda měří TT dítěte a tepelný zdroj zahřívá vzduch, dokud kůže dítěte nedosáhne nastavené teploty. Teplota uvnitř inkubátoru kolísá až o několik °C tak, aby dosáhla požadované teploty kůže dítěte.

Používané zkratky: GT = gestační týden, NVR = novorozenec, TT = tělesná teplota

CÍL

- Zabránit tepelným ztrátám
- Udržet tělesnou teplotu ve fyziologických mezích

Indikace:

- Nezralost
- Manipulace s nedonošeným novorozencem
- Invazivní výkony, operační výkon

ZÁSADY TERMOMANAGEMENTU PO PORODU (vycházející z Guidelines 2010, 2015):

- Zvýšení teploty porodního boxu (min. 26 °C)
- Eliminace průvanu
- Umístění novorozence ihned po porodu pod tepelný zdroj
- Zabalení celého těla včetně hlavy do polyetylenové fólie (nebo nahřátých plen)
- Zajištění termoneutrálního prostředí v inkubátoru s vysokou vlhkostí vzduchu

KOMPETENTNÍ OSOBY

Všeobecná sestra, Dětská sestra, Sestra pro intenzivní péči, Porodní asistentka, Zdravotnický záchranář, Zdravotnický asistent pod odborným dohledem

POMŮCKY (přístroje)

- Polyetylenová fólie nebo fólie NeoHeLP
- Inkubátor (Giraffe OmniBed, Caleo)
- Kožní teplotní čidlo
- Fixace – hydrokoloidní krytí Neo-Guard
- Digitální teploměr
- Pro servoregulaci: termistorové čidlo

OŠETŘOVATELSKÝ POSTUP

Termomanagement novorozence na porodním sále:

a) Povinnosti před výkonem

- Příprava prostředí
 - Zvýšit výkon vyhřívání resuscitačního lůžka
 - Eliminace průvanu (zavřít dveře od porodního boxu)
 - Zapnout tepelný zářič nad váhou pro novorozence
 - Kontrola teploty v inkubátoru – u dětí pod 30. GT ponechat teplotu 37 °C, u dětí nad 30. GT snížit teplotu v inkubátoru na 35 °C

- Příprava pomůcek
 - Pro NVR nad 30. GT: nahřáté látkové pleny
 - Pro NVR pod 30. GT nebo pod 1500 g: polyetylenová fólie
 - Pro NVR pod 28. GT: fólie Neo-HeLP

b) Povinnosti při vlastním výkonu – Příjem novorozence

- Odstranění mokrých plen/ roušek z dítěte
 - Osušení a zabalení dítěte do suchých nahřátých plen, včetně hlavy
 - Nebo nesušení dítěte a zabalení do fólie, včetně hlavy
- Po celou dobu ošetřování novorozence na porodním sále dbát na to, aby bylo dítě zakryté (resuscitace NVR **není** důvodem pro rozbalení dítěte z fólie!)
- Po zajištění novorozence transport v inkubátoru na oddělení

Termomanagement na oddělení NEO RES, JIP:

b) Povinnosti při vlastním výkonu – Zajištění novorozence na oddělení

- Na dítě umístit kožní teplotní/ termistorové čidlo a fixovat hydrokoloidním krytím Neo-Guard („srdíčko“)
- Umístění čidla: na čistou a suchou pokožku, do oblasti axily, při polohování novorozence na pravý bok do levé axily, při polohování na levý bok do pravé axily. Dítě nesmí na teplotním čidle ležet!
- Teplotní čidlo musí být po celou dobu (i během manipulace s dítětem) fixováno!
- Dítě do 30. GT ponechat v termoizolační fólii po dobu 3 hodin, v této době nebude zabalené v jednorázové pleně, pouze na genitál lze přiložit čtverce z buničiny pro zachycení moče.
- Vlhkost v inkubátoru udržovat v doporučeném rozmezí minimálně po dobu min. 72 hod. od porodu, tedy u dětí do 30. GT: 80 – 60% vlhkost a u dětí nad 30. GT: 60 – 40% vlhkost.

METODA MANUÁLNÍ REGULACE TĚLESNÉ TEPLOTY:

- Zvolit na inkubátoru Giraffe funkci **Manuální regulace** (režim Air – ikona ventilátoru, rozsvítí se příslušná kontrolka)
- Umístit teplotní čidlo na pokožku dítěte (viz výše) a fixovat
- V dolní třetině displeje se zobrazí dvě hodnoty teploty:
 - hodnota zobrazená většími číslicemi (nahore) je aktuální teplota vzduchu, měřená pomocí sondy nalézající se ve vnitřním prostoru inkubátoru
 - hodnota zobrazená menšími číslicemi (dole) je nastavená teplota vzduchu v inkubátoru
- Tělesnou teplotu dítěte regulovat změnou nastavení teploty vzduchu v inkubátoru
- Pokud je potřeba pro určitý výkon zvednout celý horní kryt inkubátoru, inkubátor se automaticky přepne do provozního režimu Manual (vyhříváné lůžko). Sálavé topné těleso se aktivuje na úrovni předeřívání (ve výrobě nastavená úroveň předeřívání je 25%) a je nutné **zvolit procento výkonu topného tělesa**. Při

spuštění krytu pak bude pokračovat inkubátor v režimu Air při poslední nastavené teplotě vzduchu (nutné **potvrdit**).

METODA SERVOREGULACE:

- Před vložením dítěte do inkubátoru musí být inkubátor zahřátý. (Nelze dítě vložit do chladného inkubátoru a zahřívat vzduch pomocí termistorového čidla!)
- Umístit **teplotní čidlo + termistorové čidlo** na pokožku dítěte (viz výše) a fixovat, druhý konec čidla zapojit **do konektoru 1** na předním panelu inkubátoru (ikona dítěte, číslo 1).
(Při zapojení do konektoru 2 nebude režim Servoregulace fungovat!)
- Zvolit na inkubátoru Giraffe funkci **Servoregulace** (přepnout na režim Baby – ikona dítěte, rozsvítí se příslušná kontrolka) a navolit doporučené nastavení teploty pokožky dítěte.

Doporučené nastavení teploty pokožky novorozence:

Porodní hmotnost (g)	Nastavení teploty na kůži (°C)
pod 1000 g	36,9°C
1000 - 1500 g	36,7°C
1500 - 2000 g	36,5°C
2000 - 2500 g	36,3°C

- V horní třetině displeje se zobrazí dvě hodnoty teploty:
 - hodnota zobrazená většími číslicemi (nahore) je aktuální teplota pokožky dítěte, měřená pomocí čidla umístěného na kůži dítěte
 - hodnota zobrazená menšími číslicemi (dole) je nastavená teplota pokožky dítěte
- V dolní třetině displeje se zobrazí aktuální teplota vzduchu v inkubátoru, která kolísá v průběhu času dle tělesné teploty dítěte.
- Při zdvižení horního krytu inkubátoru se inkubátor automaticky přepne do provozního režimu sálavého ohříváče a výkon topného tělesa se sám mění dle teploty dítěte (není potřeba nic nastavovat ani potvrzovat). Inkubátor bude po zvednutí krytu pokračovat v režimu Baby se stejnou, dříve nastavenou teplotou dítěte, po spuštění krytu také pokračuje v režimu Baby.
- Pokud dojde k selhání metody servoregulace a TT se nedaří udržet ve fyziologickém rozmezí, metodu ukončit, zapsat čas a důvod a dítě převést na manuální regulaci teploty.

c) Povinnosti po výkonu – Péče o novorozence

- Před každou manipulací s dítětem **zapnout teplotní clonu**, po ukončení práce v inkubátoru clonu **vypnout!**
- Kontrola správného umístění čidla, fixace
- Sledování reakcí NVR: změny prokrvení pokožky, srdeční frekvence, dechového vzorce, zvýšené nároky na kyslík mohou také signalizovat přehřátí nebo podchlazení dítěte

- Sledování trendů TT – nutné začít včas upravovat teplotu inkubátoru
- Při servoregulaci: Pravidelná kontrola TT na monitoru a na inkubátoru - je-li rozdíl mezi TT na monitoru a aktuální teplotou dítěte na inkubátoru větší než 0,2 °C, pravděpodobně je nedostatečně fixované nebo povysunuté teplotní čidlo!

d) Provedení záznamu do dokumentace

- Sestra zapisuje aktuální TT dítěte a teplotu inkubátoru do ošetrovateľské dokumentace, v prvních hodinách po porodu á 1 hodinu, dále á 3 hodiny nebo dle ordinace lékaře a aktuálního zdravotního stavu (častěji při termolabilitě novorozence a při změnách nastavení inkubátoru).

KOMPLIKACE

- **Závažná hypotermie** – zahřívání (rewarming) novorozence musí probíhat pomalu, max. o 0,5 – 1 °C za hodinu!!! (riziko vzniku apnoe, hypotenze, hypoglykemie, abdominální distenze)
- **Selhání metody** = Za selhání metody se považuje situace, kdy je tělesná teplota novorozence po dobu 2 hodin (120 min) rovna či vyšší než 37,8 °C nebo rovna či nižší než 36,2 °C. Dosáhne-li tělesná teplota novorozence hodnoty 38,0 °C a vyšší, nebo hodnoty 36,0 °C a nižší a po dobu 30 minut neklesá/ nestoupá, je tento stav vyhodnocen také jako selhání metody. Pokud bude dítě v režimu servoregulace, servoregulace bude ukončena a dítě přejde do režimu manuální regulace.

ZVLÁŠTNÍ UPOZORNĚNÍ

- Během jedné minuty dochází k poklesu tělesné teploty o 0,2–0,3 °C, tedy za **5 minut** se teplota nedonošeného novorozence **sníží o 1–1,5 °C**.
- Při poklesu TT o 1 °C se pravděpodobnost mortality novorozence **zvyšuje o 10 %**.
- Správné umístění čidla/čidel a jejich fixace je pro regulaci TT klíčové.
- Funkcí polyetylenové folie je vytvořit mikroprostředí pro novorozence, ve kterém budou ztráty evaporací nejmenší. **Opakované rozbalování dítěte z fólie** (kvůli měření TK, zabalení pupečního pahýlu atd.) **vede k narušení mikroprostředí a zvyšuje tepelné ztráty!**
- Příliš velké množství plen, které jsou pevně utaženy kolem dítěte, **tvoří izolaci a brání proniknutí tepla k dítěti!**
- Teplotní clona se zapíná **PŘED otevřením okének** inkubátoru, otevřením okének inkubátoru bez clony dojde ke vzniku vzdušného proudu a úniku tepla z inkubátoru!
- Teplotní clona se automaticky vypíná **po 20 minutách**, při déletrvajícím výkonu je nutné ji **znovu aktivovat**.
- **Studené ruce** ošetrujícího personálu se také významně podílí na tepelných ztrátách dítěte (již dvouminutové držení dítěte, například při výměně inkubátoru, **ochladí celý povrch těla** nedonošeného novorozence!)

PŘÍLOHY:

Termoneutrální prostředí novorozence

Tabulka udává orientační nastavení teploty v inkubátoru pro zajištění termoneutrálního prostředí, a to vzhledem k porodní hmotnosti dítěte a času od porodu v hodinách, resp. dnech života.

Termoneutrální prostředí

	Birth Weight & Temperature Range			
Stáří (hodiny)	1000-1200 g ±0.5 stC	1200-1500 g ±0.5 stC	1501-2500 g ±1.0 stC	>2500 g & >36 týdnů těhotenství. ±1.5 stC
0-12	35.0	34.0	33.3	32.8
12-24	34.5	33.8	32.8	32.4
24-96	34.5	33.5	32.3	32.0

Věk	<1500 g	1501-2500 g	>2500 g & >36 t.t.
5-14 dnů	33.5	32.1	32.0
2-3 týdny	33.1	31.7	30.0
3-4 týdny	32.6	31.4	
4-5 týdnů	32.0	30.9	
5-6 týdnů	31.4	30.4	

LITERATURA

1. Burešová, J., K. Grohmannová a J. Náhlovský. *Termomanagement jako součást ošetrovatelské péče o předčasně narozeného novorozence*, 2014
2. Fendrychová, J. a I. Borek. *Intenzivní péče o novorozence*, 2012
3. Procházková, M. a J. Janota. *Tělesná teplota a termoregulace u novorozence*, 2010
4. Straňák, Z. *Resuscitace a post-resuscitační péče o novorozence pro lékaře i nelékařské profese*, 2015

ZPRACOVATELÉ

Bc. Monika Stránská

Příloha I Čestné prohlášení konzultanta



UNIVERZITA KARLOVA
1. lékařská fakulta

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ KONZULTANTA

Jméno konzultanta: MUDr. Ivan Berka

Pracoviště konzultanta: Ústav pro péči o matku a dítě, Praha, oddělení Resuscitační a
intenzivní péče o novorozence

Student: Bc. Monika Stránská

Téma diplomové práce: **Význam termomanagementu v péči o nedonošené děti**

Obor studia: Intenzivní péče

Tímto čestně prohlašuji, že:

Jsem si kvalifikační práci přečetl/a v její konečné podobě, a to ve verzi ze dne 1.6.2016

☒ **Souhlasím/ Nesouhlasím** s uvedením své osoby jako konzultanta u této práce.

K práci uvádím následující připomínky:

Bez připomínek.

V Praze, dne 2.6.2016


Podpis

Ústav teorie a praxe ošetrovatelství
1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Na Bojišti 1771/1, 120 00 Praha 2
Tel.: 224 961 111
IČ: 00216208
DIČ: CZ00216208

**Prohlášení zájemce o nahlédnutí do závěrečné práce absolventa studijního programu
uskutečňovaného na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze.**

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo kopie závěrečné práce, jsem však povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci.

[illegible]